



BACHELORARBEIT

Herr
Mario Gagliardi

**Binaurale Aufnahmелösungen
für Low-Budget
Filmproduktion**

2015

BACHELORARBEIT

Binaurale Aufnahmелösungen für Low-Budget Filmproduktion

Autor:
Herr Mario Gagliardi

Studiengang:
Angewandte Medienwirtschaft

Seminargruppe:
AM09wD1-B

Erstprüfer:
Prof. Dr.-Ing. Michael Hösel

Zweitprüfer:
**Dipl. Jour. (FH) Christian Friedel Bernhard Bel-
zer**

Einreichung:
Bonn, 10.07.2015

BACHELOR THESIS

Binaural recording solutions for low-budget film production

author:

Mr. Mario Gaglardi

course of studies:

Applied Media Economics

seminar group:

AM09wD1-B

first examiner:

Prof. Dr.-Ing. Michael Hösel

second examiner:

**Dipl. Jour. (FH) Christian Friedel Bernhard
Belzer**

submission:

Bonn, 10.07.2015

Bibliografische Angaben

Gagliardi, Mario

Binaurale Aufnahmelösungen für Low-Budget Filmproduktion

Binaural recording solutions for low-budget film production

51 Seiten, Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences,
Fakultät Medien, Bachelorarbeit, 2015

Abstract

This thesis deals with binaural recording solutions in context with low-budget filmproduction. It explains how human perception works and how binaural recording solutions mimic this in recording and playback. A solution for a satisfactory reproduction of the human perception with binaural recording systems is proposed regarding which binaural recording solutions are qualified for low-budget filmproduction. Based upon this, a binaural recording system is used in an exemplary film. The production of the film is explained and examined.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis.....	VIII
Abbildungsverzeichnis.....	IX
1 Einleitung	1
2 Physiologische Wahrnehmungen im binauralen Filmkontext.....	3
2.1 Schall.....	3
2.2 Wahrnehmung von Schall	5
2.3 Binauraler Höreindruck.....	7
2.4 Auditiv-Räumliche Wahrnehmung	8
2.5 Integration visueller und auditiver Sinne.....	8
3 Binaurale Aufnahmeverfahren.....	11
3.1 Ursprung.....	11
3.2 Funktionsweise.....	12
3.3 Mikrofonierung.....	13
3.3.1 Mikrofoneigenschaften	14
3.3.2 Freifeld-Entzerrung und Diffusfeld-Entzerrung.....	15
3.3.3 Signalnachverarbeitung	15
3.4 Binaurale Tonwiedergabe.....	16
3.4.1 Kopfhörer	16
3.4.2 Im-Kopf-Lokalisation	17
3.4.3 Bedeutung unterschiedlicher Zuhörer	18
3.4.4 Schwächen der Wiedergabe	18
3.5 Binaurale Aufnahmetechnik.....	19
3.5.1 Kunstkopfaufnahmen	19
3.5.2 Aufnahme mit zwei nachgebildeten Ohren	21
3.5.3 Aufnahmen mit In-Ear-Mikrofonen	23
3.5.4 Trennkörper Mikrofonssysteme	24
3.5.5 CIC-/IIC-Hörgeräte	25
3.5.6 Binaural Panning.....	25
4 Binauraler Low-Budget Film	27
4.1 Genres binauraler Filmproduktionen	28
4.2 Stilmittel binauraler Filmproduktionen	29

4.3	Bedeutung von binauralen Tonaufnahmen für Low-Budget Film	30
4.4	Fragen zur Mikrofonpositionierung	30
5	Beispiel einer Low-Budget Filmproduktion.....	31
5.1	Preproduktion	32
5.1.1	Exposé	32
5.1.2	Skript.....	32
5.1.3	Storyboard und Shotlist.....	33
5.1.4	Position der Kamera und des BAS.....	34
5.1.5	Auswahl des binauralen Mikrofons	35
5.1.6	Equipment.....	36
5.1.7	Besetzung	38
5.1.8	Crew.....	38
5.1.9	Requisite	38
5.1.10	Location.....	39
5.1.11	Kostenkalkulation	39
5.2	Produktion	40
5.2.1	Videoaufnahme	40
5.2.2	Tonaufnahme	41
5.2.3	Datensicherung	42
5.3	Postproduktion.....	42
5.3.1	Schnitt	42
5.3.2	Special-Effects	43
5.3.3	Audio-Postproduktion.....	44
5.3.4	Erstellung des Musikbetts	45
5.3.5	Erstellung der Binaural Beats.....	45
5.3.6	Ausgabe	46
6	Bewertung	47
6.1	Bewertung der binauralen Produktion	47
6.2	Bewertung des BAS für die Filmproduktion.....	48
6.3	Chancen für binauralen Film gegenüber Surround-Film	49
7	Fazit.....	51
	Literaturverzeichnis	XI
	Anlagen	XIX
	Eigenständigkeitserklärung	XXIII

Abkürzungsverzeichnis

BAS = Binaurale(s) Aufnahmessystem(e)

POV = point-of-view

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die verschiedenen Schallformen im Überblick.....	4
Abbildung 2: Der physiologische Aufbau des Gehörs.....	5
Abbildung 3: Magnetresonanzaufnahme eines Gehirns in audio-visueller Funktion (der rot umkreiste Bereich zeigt in etwa die Position des auditiven Cortex).....	9
Abbildung 4: Experiment der ersten binauralen Tonaufnahme in der Pariser Oper 1881	12
Abbildung 5: Linearer und konturierter Frequenzgang im Vergleich.....	14
Abbildung 6: Kunstkopf KU100 der Georg Neumann GmbH	20
Abbildung 7: Der Kunstkopf von innen.....	20
Abbildung 8: Das Modell The Free Space von 3Dio	22
Abbildung 9: Das In-Ear-Mikrofon-Modell OKM I incl. A3 der Firma Soundman	23
Abbildung 10: Floorplan – Skizze.....	34
Abbildung 11: Position der Aufnahme – Die Darsteller mussten bei Laune gehalten werden	41
Abbildung 12: Pistolenschuss – verschiedenen Stufen der Nachbearbeitung.....	43
Abbildung 13: OneKnob Driver mit voller Effektstärke	44
Abbildung 14: Gate mit gleicher Einstellung für linken und rechten Kanal.....	44

1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Erstellung von sogenannten Low-Budget Filmproduktionen mit binauralem Audio mithilfe günstiger Kameras und Audio-Aufnahme-Geräten, die nach heutigem Stand erstaunliche Leistungsmerkmale aufweisen, wie beispielsweise:

- Spiegelreflex Kamera Canon 5D Mark II, Preis 1600 Euro: Full-HD-Videoaufnahme und -wiedergabe mit 1920 * 1080 Pixeln, bei vergleichbaren Modellen, wie der Panasonic GH4, Preis 1300 Euro, auch 4 k Video (üblicherweise mit 3840 x 2160 Pixeln)¹
- eine sehr rauscharme HiFi-Stereo-Audio-Signalverarbeitung mit Frequenzgängen von etwa 20 Hz bis 20 kHz²
- zahlreich verfügbares Zubehör, etwa in Form externer Stereomikrofonezubezahlbaren Preisen.
- eine Vielzahl von Anwenderprogrammen zur Video- und Audionachbearbeitung
- für die Bildwiedergabe in Full HD bis 4 k hochauflösende Farbbildschirme
- für die Tonwiedergabe qualitativ recht hochwertige Kopfhörer³

Die Arbeit fokussiert sich im Kontext solcher Filmproduktionen auf binaurale Tonaufzeichnungen d.h. auf Tonaufnahmetechniken zur Erzielung einer räumlichen akustischen Wahrnehmung bei der Tonwiedergabe, die das menschliche Hören imitiert und reproduzierbar macht und wo solche Aufnahmetechniken sinnvoll sind. Im Zuge binauraler Verfahren werden Tonsignale so aufgenommen und/oder nachbearbeitet, dass, so zumindest die Theorie, der Zuhörer beim Abspielen der Aufnahme einen räumlichen Schalleindruck bekommt. Dieser Eindruck geht weit über ein einfaches Stereosignal, das nur auf der Achse Links-Rechts abbilden kann, hinaus und alle räumlichen Lokalisierungen auch außerhalb dieser Achse, d. h. also auch eine vorn/hinten/oben/unten orientierte Ortung, werden ermöglicht. Im Idealfall ist eine Lokalisierung der Schallquelle auch mit einer recht genau empfundenen Entfernung zum Geräuschobjekt möglich.

¹Vgl. Johannsen, 2015

²Vgl. Faber, 2009

³ Unter dem Oberbegriff der Kopfhörer erfassen wir auch die kompakteren und aus zwei einzelnen Ohrhörern bestehenden In-Ohr-Systeme

Die unterschiedlichen Herangehensweisen an binaurale Aufnahmen werden im Kapitel 3 im Detail erörtern. Im weiteren Verlauf werden binaurale Aufnahmesysteme mit BAS abgekürzt. Die Idee einer funktionierenden binauralen Tonwiedergabe ist überaus verlockend. Deshalb widmet sich diese Arbeit diesem Thema. Auch in Anbetracht der Tatsache, dass selbst eine Wiedergabe nur dann funktionieren kann, wenn das Abhören über einen Kopfhörer erfolgt. Das schränkt die Anwendung zum Beispiel in Kinos, zu Hause am Fernseher oder am Arbeitsplatz bei der ersten Betrachtung ein. Da jedoch der Anteil der Personen, die z.B. ein Smartphone nutzen⁴ und dessen Audiosignale über einen Kopfhörer empfangen, bereits sehr hoch ist und noch weiter steigt,⁵ wird diese einschränkende Randbedingung als handhabbar gewertet, da sie vom heutigen technischen und verfügbaren Mitteln erfüllt wird.

Ziel dieser Arbeit ist, aufbauend auf einem hinreichenden Wissen über die räumliche Schallwahrnehmung des Menschen, basierend auf dem Stand bio-physiologischer Erkenntnisse, einen optimalen Weg zu finden, bestmögliche binaurale Aufnahmen in Filmproduktionen zu verwenden, und das trotz kleiner Budgets. Die visuelle Sinneswahrnehmung wird deshalb kurz erklärt, um die Fragen nach Verbindungen zwischen visueller und auditiver Wahrnehmung zu klären. Für die weitere Erarbeitung binauraler Filmvertonung ist diese Verbindung wichtig. Weiter wird das binaurale Aufnahmeverfahren und verschiedene BAS vorgestellt, gefolgt von einer Analyse dieser. Anschließend erfolgt die Beschreibung der praktischen Produktion eines binauralen Low-Budget-Films, inklusive Pre- und Postproduktion. Im letzten Schritt folgen eine Beurteilung und ein Fazit zu binauralen Low-Budget-Filmen, samt Pre- und Postproduktion.

Das Vorgehen dieser Arbeit ist breitbandig angelegt, um ein basales Verständnis von binauralen Tonaufnahmen im Low-Budget-Film zu erarbeiten.

Aufnahmen heutiger BAS können auch über Lautsprecher wiedergegeben werden. Der räumliche Eindruck geht dabei verloren, daher wird dieser Aspekt in dieser Arbeit nicht berücksichtigt. Die durch komplexe Verfahren ermöglichte Synthese, von binauralen Stereoaufnahmen, für die Wiedergabe über Surround-Lautsprechersysteme, wird in dieser Arbeit ebenfalls nicht behandelt.

⁴Vgl. statista a, 2015

⁵Vgl. ceatec, 2015.

2 Physiologische Wahrnehmungen im binauralen Filmkontext

Dieser Abschnitt bildet ein grundlegendes Verständnis der physiologischen Wahrnehmung. Dabei liegt der Schwerpunkt auf der auditiven Wahrnehmung, um die Natur binauraler Aufnahmeverfahren im späteren Verlauf der Arbeit besser verstehen zu können. Im Kontext von binauralen Filmen sind die Grundprinzipie der audiovisuellen Wahrnehmung wichtig, die am Schluss dieses Kapitels erörtert werden.

2.1 Schall

Physikalisch wird Schall durch die Schwingungen von Teilchen erzeugt. Diese Schwingungen werden von Schallquellen verursacht und können sich in verschiedenen Medien, wie beispielsweise Luft oder Wasser, entfalten. In dem Medium Luft bewirkt Schall kurzzeitige Schwankungen des atmosphärischen Drucks, was sich in Form von Wechsel zwischen Unterdruck und Überdruck auswirkt. Dabei schwingen die Luftmoleküle ohne ihre Lage untereinander zu ändern. Schallwellen werden den Longitudinalwellen zugeordnet. In 20 Grad Celsius warmer Luft breiten sich diese Schallwellen mit einer Geschwindigkeit von etwa 340 Metern pro Sekunde aus. Die Charakteristika von Schall sind seine Frequenz und seine Amplitude. Als Frequenz bezeichnet man die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde. Sie wird in Hertz angegeben und ist ausschlaggebend für die vom Individuum empfundene Tonhöhe. Dabei wird die wahrgenommene Tonhöhe höher, desto höher die Schallfrequenz ist. Die Tonhöhe hängt also von der Häufigkeit des Druckwechsels ab. Die Amplitude hingegen bezeichnet die Intensität von Schall. Sie wird physikalisch in Pascal ausgedrückt und vereinfacht, auf die menschliche Hörwahrnehmung adaptiert, in Dezibel angegeben.⁶

⁶ Vgl. Höschler, Köhling, Speckmann, 2008: S.122 f.

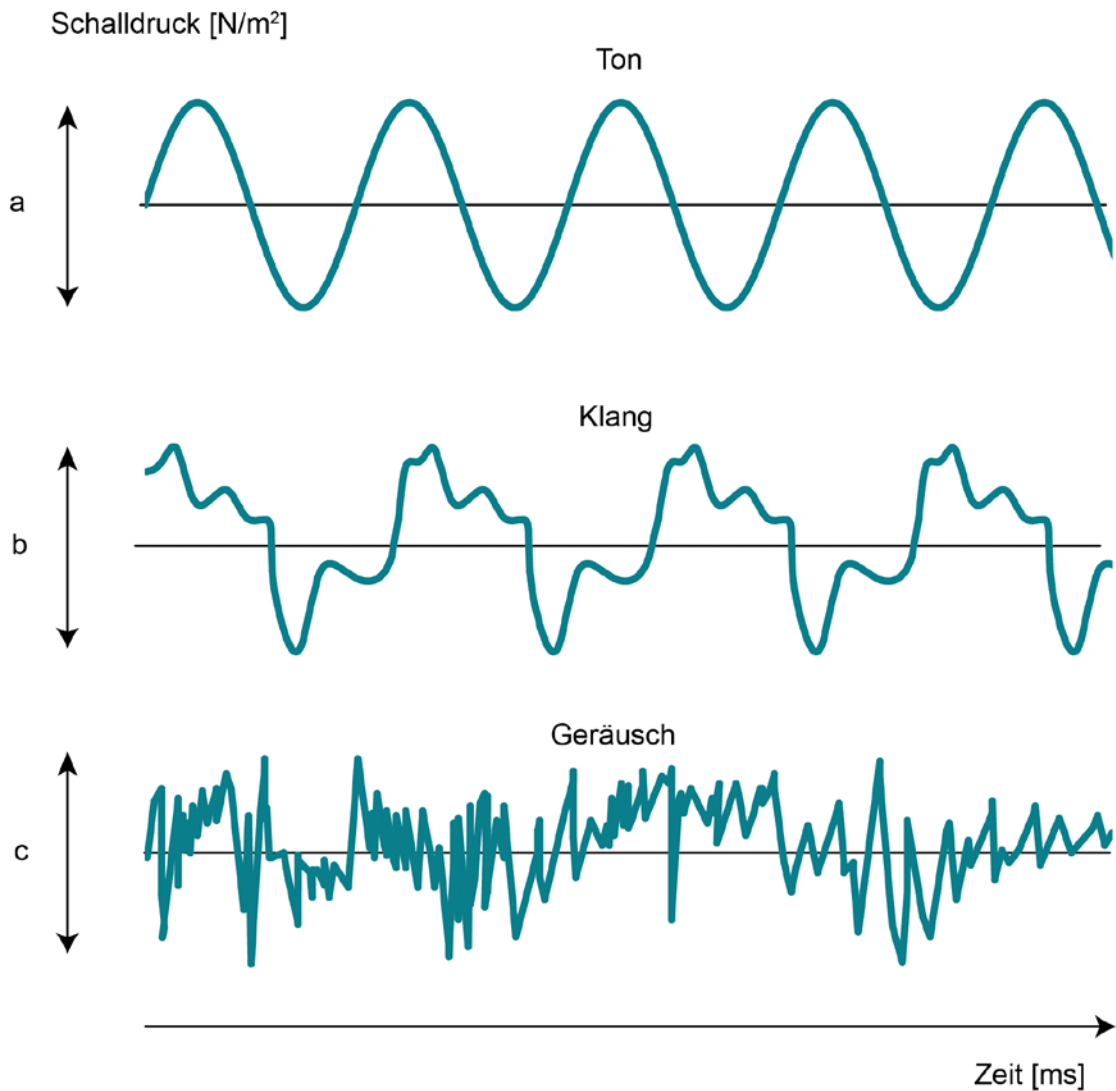


Abbildung 1: Die verschiedenen Schallformen im Überblick⁷

Schallwellen können in verschiedenen Formen auftreten. Es wird zwischen Geräuschen, Klängen und Tönen unterschieden. Töne bilden die einfachste Variante von Schall. Sie beruhen auf Sinusschwingungen, die in der Natur selten sind und werden vorwiegend durch technische Geräte erzeugt werden. Ein Klang ist eine aus verschiedenen Sinustönen bestehende Schallform. Anders als der reine Ton, besteht ein Klang nicht nur aus einer Schwingung, sondern aus einer Grundschwingung und dessen mehrfachen Obertönen. Diese Schallform wird von Musikinstrumenten erzeugt. Schall der aus vielen

⁷ Vgl. ebd.: S.123 f.

verschiedenen Frequenzen zusammengesetzt ist, die aber keinen musikalischen Zusammenhang zueinander haben, wird als Geräusch bezeichnet.⁸

Die Beschaffenheit von Schall, seine Geschwindigkeit und seine unterschiedlichen Frequenzen und Intensität bilden also die grundlegenden Parameter die für die physiologische Wahrnehmung entscheiden sind.

2.2 Wahrnehmung von Schall

Für die auditive Wahrnehmung, also Hören, müssen Schallsignale aufgenommen, verarbeitet und als solche erkannt werden.⁹ Das folgende Bild zeigt zunächst die Anatomie eines menschlichen Ohrs:

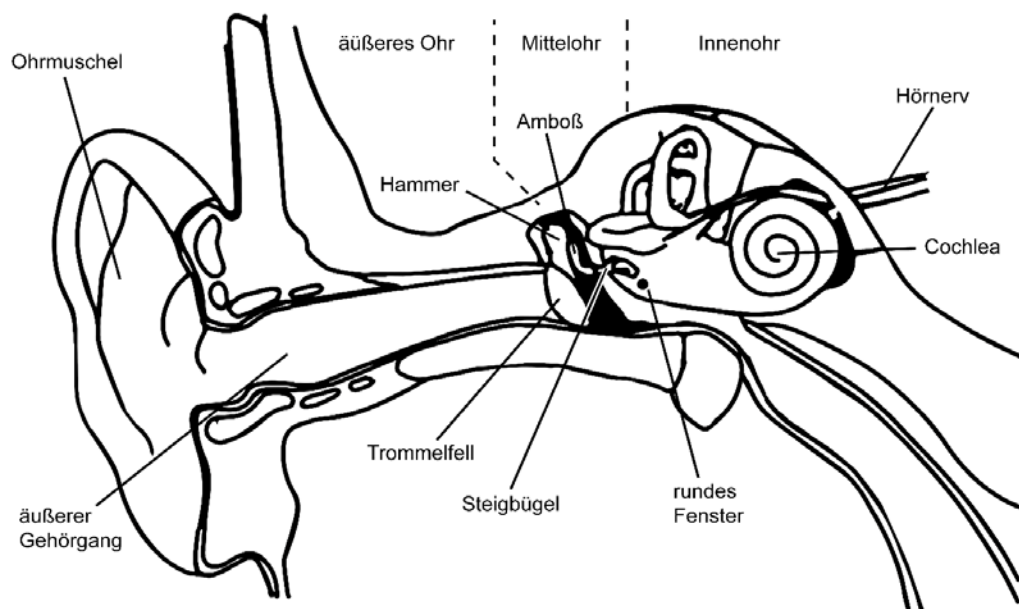


Abbildung 2: Der physiologische Aufbau des Gehörs¹⁰

Anatomisch wird das menschliche Hörorgan in äußeres Ohr, Mittelohr und Innenohr untergliedert. Zunächst treffen die Schallwellen auf das äußere Ohr und werden durch die Ohrmuschel eingefangen und über den äußeren Gehörgang zum Trommelfell geleitet.

⁸ Vgl. Hescheler, Köhling, Speckmann, 2008: S.122 f.

⁹ Vgl. Schaaf, 2012: S.23

¹⁰ Vgl. Stumpe, 2000

tet. Dort erfolgt die Umsetzung der Schallwellen in mechanische Schwingungen des Trommelfells.¹¹

Somit kann das Trommelfell als eine Art menschliches Mikrofon angesehen werden, welches sich am inneren Ende des äußeren Gehörgangs befindet.

Dabei wird das Trommelfell als dünne Membran nicht senkrecht im äußeren Gehörgang, der in etwa horizontal zur Körperachse verläuft, aufgespannt, sondern bildet bei Erwachsenen einen Winkel von etwa 45 Grad zum Gehörgang. Diese Stellung entwickelt sich erst mit dem Wachstum des gesamten Organismus. Durch diese Schiefstellung hat das Trommelfell an unterschiedlichen Punkten eine unterschiedliche Beziehung zu dem Gehörgang.¹²

Die Schwingungen des Trommelfells werden durch die Gehörknöchelchen-Kette aufgenommen und auf die Membran des ovalen Fensters übertragen, die das Mittelohr vom Innenohr trennt. Die Auslenkung der Membran führt dazu, dass die im Innenohr vorhandene Flüssigkeitssäule in Schwingungen versetzt wird. Im Innenohr angeordnete Rezeptorzellen werden durch die Schwingungen verschieden stark ausgelenkt, worunter es zur Generierung von elektrischen Impulsen in den entsprechenden Nervenzellen kommt. Somit stellen das Außen- und das Mittelohr einen Schallleitungsapparat dar und das Innenohr das eigentliche Hörorgan.¹³

Insgesamt kommt es durch diese Art der Schallverarbeitung zu einer Verstärkung des Schalleindrucks um das etwa 20-fache.¹⁴

Allerdings unterliegt der Höreindruck verschiedenen regulierenden Prozessen, die individuell von Mensch zu Mensch verschieden sind und von übergeordneten Hirnzentren beeinflusst werden. Das führt dazu, dass ein durch Messungen objektivierter Schallreiz abhängig von Stimmungslage und Aufmerksamkeit unterschiedliche wahrgenommen wird.¹⁵

¹¹ Vgl. Schaaf, 2012: S.23

¹² Vgl. Hafferl, 2013, S.62 f.

¹³ Vgl. Schünke, Schulte, Schumacher, 2006: S.140

¹⁴ Vgl. Schaaf, 2012: S.23

¹⁵ Vgl. ebd: S.25

2.3 Binauraler Höreindruck

Die Informationen, die die beiden Ohren einfangen, gelangen über den jeweiligen Hörnerv zum Hirnstamm wo sich der Kern des Hörnervs befindet. Hier kommt es zu Quervernetzungen von Nervenzellen und somit zur Informationszusammenführung beider Ohren. Die aktuell am besten verstandene Aufgabe dieser Region ist das Lokalisieren von Schallquellen. Diese Fähigkeit wird als binaurales Richtungshören bezeichnet und erfolgt durch die Verarbeitung der unterschiedlichen Informationen, welche von den Ohren, die sich auf einer gedachten Achse durch den Kopf im Normalfall aufgleicher Höhe befinden und den gleichen Abstand zum horizontalen Kopfmittelpunkt haben, aufgenommen werden.¹⁶

Zur Erfassung des binauralen Richtungshörens werden die Laufzeitdifferenz des Schalls und die Schalldruckunterschiede von beiden Ohren ausgewertet. Unter der interauralen Laufzeitdifferenz, versteht man die Zeitspanne, die zwischen dem Eintreffen der Schallwellen am rechten bzw. linken Ohr liegt. Dabei ist der Ohrabstand zueinander und der Einfallswinkel des Schalls sowie die Schallgeschwindigkeit entscheidend. Der Kopfumfang ist also bei der Lokalisierung von Schallquellen ein entscheidender Parameter. Die menschliche Anatomie lässt darunter noch eine Auswertung einer zeitlichen Differenz von 10 Mikrosekunden zu. Die Schalldruckdifferenz zwischen den beiden Ohren entsteht durch die Dämpfung der Schallwellen beim Durchtritt durch den Schädel und durch die Ohrmuschel. Darüber hinaus führt die Beschaffenheit des Schädels und der Ohrmuscheln zu unterschiedlicher Abschwächung bestimmter Schallfrequenzen, die von linkem und rechtem Ohr aufgenommen werden. Diese Unterschiede werden auch Spektraldifferenzen genannt.¹⁷

Für die weitere zentrale Verarbeitung der Nervenimpulse ist der auditive Cortex zuständig, ein Hirnrindenbereich im Temporallappen, der eine große Rolle bei der Wahrnehmung von Tönen und dem Erkennen von Sprache spielt.¹⁸ Für den Lokalisierungsprozess von akustischen Signalen sind also drei Informationen entscheidend: Pegeldifferenzen, Laufzeitdifferenzen und Spektraldifferenzen zwischen linkem und rechtem Ohr.¹⁹

¹⁶ Vgl. Purves, 2012: S.294

¹⁷ Vgl. Spektrum: 2010

¹⁸ Vgl. Purves 2012: S.295 ff.

¹⁹ Vgl. Jin 1999

2.4 Auditiv-Räumliche Wahrnehmung

Das Assoziationsmodell von Günter Theile ist eine Theorie die sich mit der menschlichen, akustischen Lokalisation im überlagerten Schallfeld befasst. Dabei ist das überlagerte Schallfeld eine Umgebung die Schallreflexionen verursacht. Die Theorie besagt, dass das menschliche Gehör das umgebene Schallfeld analysiert und dieses mit der bisherigen Hörerfahrung abgleicht. Auf diese Weise kann die akustische Information genauen Aufschluss darüber geben, wie der Raum beschaffen ist.²⁰

Dies erklärt unter anderem, dass sich Blinde durch Click-Laute, auch in fremden Umgebungen orientieren können.

2.5 Integration visueller und auditiver Sinne

Die Wahrnehmung unserer Umgebung im täglichen Leben ist von verschiedenen Sinnesmodalitäten geprägt, die von unseren Sinnesorganen (Auge, Ohr, Nase, Zunge und Haut) wahrgenommen werden und in unserem Gehirn zu einer komplexen Sinneswahrnehmung (Sehen, Hören, Riechen, Schmecken und Fühlen) verarbeitet werden. Die Integration dieser verschiedenen Informationen hilft uns einen Gesamteindruck von einer Situation zu bekommen und somit die Möglichkeit schneller und gezielt zu reagieren.²¹

In verschiedenen Experimenten konnte gezeigt werden, dass die Quervernetzung von multisensorischen Sinnesreizen unsere Fähigkeit der Wahrnehmung, der Lokalisierung und der Differenzierung von externen Reizen verbessert, so dass beispielsweise die Reaktionszeit auf zusammengehörige multisensorische Reize deutlich kürzer war als die auf einzelne Reize.²²

Jedes Gehirn versucht ständig und automatisch, optische und akustische Signale in Beziehung zueinander zu setzen. Nachfolgendes Bild zeigt dabei die Magnetresonanzaufnahme eines Gehirns, welches einer audiovisuellen Information ausgesetzt ist

²⁰ Vgl. Theile, 1981:S.1 ff.

²¹ Vgl. Smith, 2009: S.3

²² Vgl. Brammer, Calvert, Hansen, Iversen, 2001

(identisch dem Ansehen eines Films).²³ Diese Aufnahmen dienen zur Veranschaulichung der Tatsache, dass neuronale Vorgänge im Gehirn niemals isoliert ablaufen:

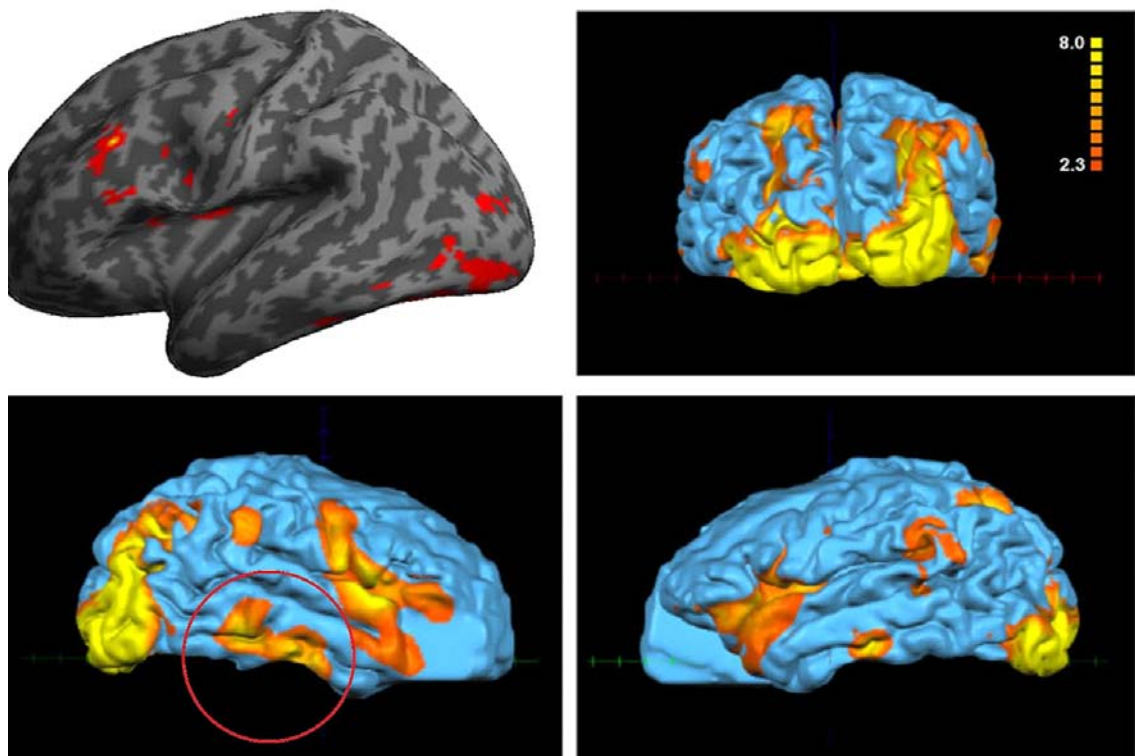


Abbildung 3: Magnetresonanzaufnahme eines Gehirns in audio-visueller Funktion (der rot umkreiste Bereich zeigt in etwa die Position des auditiven Cortex)²⁴

In der Filmproduktion darf es daher zu keinen auffälligen Diskrepanzen zwischen Bild und Ton kommen, von Stilmitteln abgesehen.

Im einfachen Fall einer reinen links-rechts-orientierten Stereoaufnahme sollte etwa ein von links nach rechts durch das Bild fahrendes Fahrzeug mit einem von links nach rechts laufenden und zur horizontalen Position des Autos passenden Tonsignal versehen werden.

Angenommen das Audiosignal würde von rechts nach links laufen, würde dies vom Zuschauer sofort als Fehler wahrgenommen werden, da das Gehirn optische und akustische Eindrücke ständig abgleicht. In Anbetracht binauraler Aufnahmen ist es wichtig einige Eigenschaften im Auge zu behalten.

²³Vgl. Alfaro, Bernabeu, Agulló, Parra, Fernández, 2015

²⁴ebd.

Einen anschaulichen Beweis dafür, dass sich auditive und visuelle Wahrnehmung überlagern und vermischen, lieferten Calvert und Bullmore. Sie wiesen nach, dass beim Lippenlesen, also bei einer still vorgetragenen Erzählung oder bei Wiedergabe eines Videos ohne Tonsignal, der auditive Cortex aktiviert wird und trotz der fehlenden Schallsignale mithilfe die Botschaft zu verstehen.²⁵

Dabei geht das Zusammenspiel der verschiedenen Gehirnareale so weit, dass die visuell aktiven Teile des Gehirns erkennen, ob die Lippenbewegungen gemäß einer bekannten Sprache erfolgen. In dem Fall, dass die Lippenbewegungen sprachlicher Art sind, schaltet sich der auditive Cortex zu.²⁶

Die permanent und unvermeidbar stattfindende Analyse zum logischen Sinngehalt einer audiovisuellen Empfindung in ihrer Spiegelung gegen zeitgleiche visuelle Wahrnehmungen basiert auf hochkomplexen Vorgängen in den visuellen und den auditiven Zentren des Gehirns.²⁷

²⁵Vgl. Calvert & Bullmore, 1997

²⁶Vgl. ebd.

²⁷ Vgl. Goldstein, 2008, S. 21 ff.

3 Binaurale Aufnahmeverfahren

Im Folgenden werden binaurale Aufnahmeverfahren erläutert. Zuerst wird deren Ursprung aufgezeigt. Danach wird ihre Funktion erklärt und Anforderungen an deren Mikrofonie und Wiedergabe aufgezeigt. Das Kapitel endet mit der Vorstellung und Bewertung der heute existierenden BAS.

3.1 Ursprung

BAS wurden bereits Ende des 19. Jahrhunderts erfunden und sind damit sogar älter als Stereoaufnahmeverfahren. Clément Ader mikrofonierte die Bühne des Pariser Opernhauses so, dass er das Audiosignal auf zwei Telefonleitungen auf einen linken und einen rechten Kanal leiten konnte. Zum Hören der Oper, waren zwei Telefone nötig, die jeweils an ein Ohr gehalten wurden und so realistisches Klangerlebnis bei den Zuhörern generierten. Das Anhören über die Telefone konnte in einem separaten Raum der Oper erfolgen. Zeitzeugen berichten, gemäß der herangezogenen Quelle, dass der Andrang groß gewesen sei.²⁸

²⁸Vgl. Scientific American, 1881

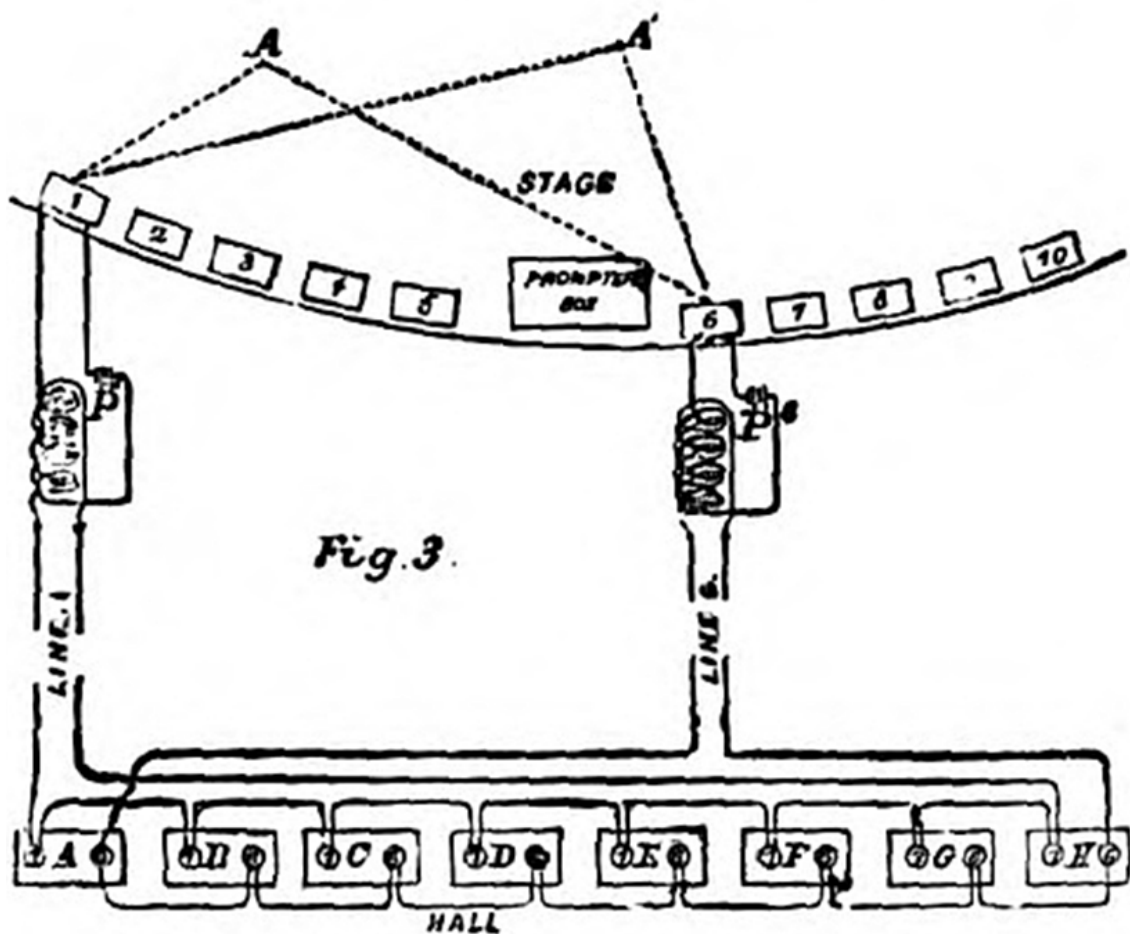


Abbildung 4: Experiment der ersten binauralen Tonaufnahme in der Pariser Oper 1881²⁹

3.2 Funktionsweise

Binaurale Aufnahmeverfahren sind eine besondere Form der Stereophonie. Die Stereophonie unterscheidet zwischen künstlicher, natürlicher, transauraler und gemischter Stereophonie.³⁰ Weiter wird zwischen gewöhnlicher Lautsprecher-Stereophonie und Kopfhörer-Stereophonie unterschieden. Wie die Namen schon sagen werden bei der Lautsprecher-Stereophonie Signale erzeugt, die über Lautsprecher und Kopfhörer wiedergegeben werden können. Bei der Kopfhörer-Stereophonie werden ausschließlich für die Wiedergabe über Kopfhörer optimierte Aufnahmen gemacht. Der grundlegende

²⁹Scientific American, 1881

³⁰Vgl. Sengpiel, 1995[a]

Unterschied zwischen der Wiedergabe auf Kopfhörer und der Wiedergabe über Lautsprecher, ist das Übersprechen der Lautsprechersignale auf beide Ohren.³¹

Die Binaurale-Stereofonie, auch als Kopfhörer-Stereofonie bezeichnet, hat das Ziel ein möglichst realistisches auditives Abbild der Realität zu schaffen und zählt zu der natürlichen und kopfbezogen Stereofonie. Zur Aufnahme werden Mikrofone an beiden Gehörgängen eines Kunstkopfes oder eines realen menschlichen Kopfes angebracht.³²

Die Aufnahme wird dannüber einen Kopfhörer und somit getrennt und ohne Übersprechen, auf das jeweilige andere Ohr übertragen.³³Die Signale werden dabei nicht gemischt im Gegensatz zur Wiedergabe mit Lautsprechern. BAS nutzt genau wie der menschliche Hörapparat Pegeldifferenzen, komplexe Frequenzdifferenzen und Laufzeitunterschiede zwischen dem linken und rechten Kanal.³⁴

Um diese zu erreichen bedient sich BAS der Kopfbezogenen Übertragungsfunktion, kurz HRTF. Die Theorie dazu: Schall wird, je nach Einfallsrichtung am Oberkörper, Kopf und Ohrmuscheln reflektiert und dadurch derartig verändert, dass bei der exakten Aufnahme und späteren Wiedergabe direkt vor den Trommelfellen ein realer Schalleindruck zustande kommt.³⁵

Hierin befinden sich Aussagen, dass BAS immer die menschliche Anatomie nachempfinden sollte, um einen möglichst realistischen Höreindruck zu generieren. Sei es durch deren perfektere Abbildung oder durch andere ingenieurstechnische Lösungen.

3.3 Mikrofonierung

Die Mikrofonierung beschäftigt sich dabei mit der Frage, wie Mikrofone in bestimmten Aufnahmeszenarien anzuordnen sind, damit ein möglichst guter Schalleindruck entsteht. Des Weiteren auch mit der Frage, welche Art von Mikrofon für welche Aufgabe passend ist. Dafür muss zunächst geklärt werden welche Funktionen und Eigenschaften Mikrofone unterscheiden.

³¹ Vgl. Sengpiel, 1995 [a]

³² Vgl. ebd.

³³ Vgl. ebd.

³⁴ Vgl. Sengpiel, 1995 [b]

³⁵ Vgl. Sengpiel, 1995 [c]

3.3.1 Mikrofoneigenschaften

Ein Mikrofon fungiert als Schallwandler, der Schallenergie in mechanische Energie und dann in elektrische Energie umsetzt.³⁶ Entscheidende Parameter von Mikrofonen sind der Typ ihrer Membran und ihre Richtcharakteristik. Zu den verschiedenen Mikrofontypen zählen das Kondensator-, Elektret-, Elektrodynamisches-, Lavalier-, Grenzflächen- und Körperschallmikrofon, zu den Richtcharakteristika die Achtförmige, die Kugelförmige und verschiedene Nierenförmige Richtcharakteristiken und das im Film häufig für Interviews eingesetzte Richtrohrmikrofon.³⁷ Diese Richtcharakteristik ermöglicht, bei genauer Ausrichtung auf den Mund der sprechenden Person, dass diese trotz lauter Umgebungsgeräuschauf Aufnahmen verständlich ist.

Das Datenblatt des Kunstkopfes Neumann KU100 weist eine zusätzliche Richtcharakteristik auf: Ohr.³⁸ Diese Richtcharakteristik kommt durch den Einsatz von Mikrofonen mit Kugelcharakteristik in einem nachempfunden oder echtem Ohr zustande.³⁹ Abhängig vom Mikrofontyp, Hersteller und Modell weisen Mikrofone unterschiedliche Frequenzgänge auf.

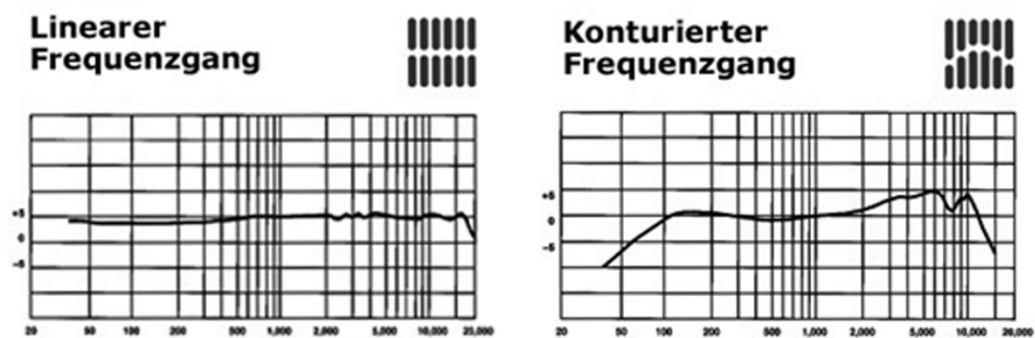


Abbildung 5: Linearer und konturierter Frequenzgang im Vergleich⁴⁰

Mikrofone mit linearem Frequenzgang werden empfohlen, wenn es darum geht einen Klang möglichst naturgetreu abzubilden. Ein Mikrofon mit konturierter Frequenzgang

³⁶ Vgl. Raffaseder, 2005

³⁷ Vgl. ebd.

³⁸ Vgl. B&H, o.J

³⁹ Vgl. Luna, 2008: S.13

⁴⁰ Shure, o.J.

ist für spezielle Anwendung gedacht, wenn es beispielsweise darum geht Klangcharakteristika einer Schallquelle zu betonen.⁴¹

Da binaurale Aufnahmeverfahren zu den Stereo- und Mehrkanal-Aufnahmetechnik zählen, kommen wir zum Schluss, dass das BAS, falls es tatsächlich aus zwei Mikrofonen besteht, ein Matched Pair⁴² sein sollte.⁴³ Ein möglichst identischer Frequenzverlauf gewährleistet, dass die Mikrofone für den linken und rechten Aufnahmekanal das gleiche Klangbild aufzeichnen. So werden unerwünschte Unterschiede minimiert.

Ein BAS sollte im Idealfall also die Richtcharakteristik Ohr, einen linearen Frequenzgang, und die Bezeichnung Matched Pair tragen.

3.3.2 Freifeld-Entzerrung und Diffusfeld-Entzerrung

Der Freifeld- und Diffusfeld-Entzerrung liegt ein Druckstauereffekt zugrunde, der entsteht, „wenn Schall an einem Hindernis reflektiert wird, das größer als die Wellenlänge des Schallsignals ist und sich gleichphasig mit der eigenen Reflexion überlagert“⁴⁴. In der Wissenschaft herrschen verschiedene Meinungen, ob und in welchem Fall eine Freifeld-Entzerrung oder eine Diffusfeld-Entzerrung von Mikrofonen oder Kopfhörern vorgenommen werden sollte.⁴⁵

3.3.3 Signalnachverarbeitung

Die vorliegende Arbeit stellt die These auf, dass eine binaurale Aufnahme Mindestanforderungen an ihre Aufnahmequalität haben muss. Das begründet die Tatsache, dass eine Signalverarbeitung in der Postproduktion unerwünscht ist, weil bei der Wiedergabe auffällt, dass nachbearbeitet wurde. Die Grundanforderungen der Aufnahmetechnik sind also möglichst hochzuhalten.

In Anbetracht dessen, was das Gehirn in der akustischen Signalverarbeitung leistet, soll aber ganz klar festgehalten werden, dass hier große Potenziale liegen. Dies auch in der Hinsicht, dass jeder Mensch unterschiedlich ist und, wie zuvor ausgeführt und

⁴¹ Vgl. Shure, o.J.

⁴² Mikrofone eines Modells, die einen fast identischen Frequenzgang aufweisen.

⁴³ Vgl. DPA microphones, o.J.

⁴⁴ Sengpiel, 2009

⁴⁵ Vgl. ebd.

mit Quellenangaben untermauert, auch die Arbeitsweisen der auditiven Cortices unterschiedlicher Menschen unterschiedlich ausfällt.

Dies könnte eines Tages dazu führen, dass ein binauraler Film ein binaurales Standardsignal in hoher Grundqualität liefert, eine binaurale Nachbearbeitungselektronik der individuellen Kopfhörer dieses Signal so nachbearbeitet, dass es für jeden Zuhörer möglichst perfekt auf dessen individuelles auditives Wahrnehmungsvermögen zugeschnitten ist.

3.4 Binaurale Tonwiedergabe

In diesem Kapitel wird angenommen, dass eine Binaural-Tonaufnahme erfolgreich gelungen sei und dass es nun allein um die Wiedergabe geht.

3.4.1 Kopfhörer

Nach Cirić und Hammershøi bedingen die physiognomischen Unterschiede menschlicher Ohren und auch die Unterschiede zwischen unterschiedlichen Kopfhörersystemen Differenzen und Unwägbarkeiten bei akustischen Messungen.⁴⁶

Auch bei der auf feinste akustische Auflösung angewiesenen binauralen Tonwiedergabe gibt es Differenzen und Unwägbarkeiten. Der Mensch hat bei seiner natürlichen akustischen Raumwahrnehmung kein Problem, da sein Gehirn seine individuelle Physiognomie ein Leben lang kennt und diese berücksichtigt. In der binauralen Tonwiedergabe sieht dies jedoch anders aus, da nun ein und dasselbe Signal über unterschiedliche Kopfhörer unterschiedliche Menschen erreicht und stets in gleicher Weise funktionieren soll. Ein Ausblick in die Zukunft könnte sein, dass am Ende der binauralen Entwicklung jeder Mensch einen perfekt abgestimmten binauralen Kopfhörer erstellt bekommt. Durch den 3D-Druck ist es möglich, einen Kopfhörer zu bauen, der auf den jeweiligen Rezipienten abgestimmt ist. Hieraus ergeben sich neue Möglichkeiten die Stand Mitte 2015 noch nicht ausgeschöpft werden.

Angenommen ein perfektes BAS existiert: Es arbeitet z.B. im Kunstkopf oder mit In-Ear-Mikrofonen und zeichnet perfekt auf, was die Trommelfelle hören. Dann würde noch immer ein angepasster Kopfhörer fehlen, der dieses Signal wieder perfekt wiedergeben kann. Angenommen es käme zu Resonanzen im äußeren Gehörgang: Die

⁴⁶Vgl. Cirić , Hammershøi, 2006

Schallwellen werden zum Teil zwischen dem Trommelfell und dem nun nicht mehr offenen, sondern durch den Kopfhörer verschlossenen äußeren Gehörgang hin und her laufen. Der auditive Cortex interpretiert das als nicht binaurale Klänge und verarbeitet diese Signale nicht mehr als solche, diese Problematik wird im Kapitel 3.4.2 nochmal aufgegriffen.

Ein Gehörgang, der durch einen Kopfhörer abgeschlossen ist, ist auch akustisch nicht identisch mit einem, der nach außen offen ist. Leider scheiterte die Firma binauric erst kürzlich bei dem Versuch der Finanzierung eines BAS in Form eines offenen In-Ear-Mikrofon, da bei deren Entwurf genau diese Problematik bedacht wurde.⁴⁷

3.4.2 Im-Kopf-Lokalisation

Als Im-Kopf-Lokalisation wird der Effekt bezeichnet, wenn Schallquellen von Rezipienten im Kopf lokalisiert werden. Dieser Effekt tritt verstärkt bei der Kopfhörerwiedergabe auf.⁴⁸

In der akustischen Wissenschaft gibt es dazu unterschiedliche Meinungen:

Unabhängig von Ursachen bedingt durch Wiedergabesysteme wird jedoch vermutet, dass Im-Kopf-Lokalisation bei Lernprozessen, welche die Abgleichung des aktuellen Hörereignisses mit erlernter Hörerfahrung beinhalten, entstehen.⁴⁹ Es wird auch vermutet, dass dieses Phänomen nur bei Schallereignissen auftritt, bei denen das Gehör bemerkt, dass diese aufgrund ihrer Merkmale, der Laufzeit und Pegelunterschiede, nicht von einer realen Schallquelle stammen können. Über Kopfhörer findet Im-Kopf-Lokalisation ebenso bei der Rezeption von Signalen, die für die Lautsprecherwiedergabe optimiert aufgenommen wurden und keinerlei Spektraldifferenzen aufweisen statt.⁵⁰

Diese Problematik wird also in der akustischen Wissenschaft ausführlich untersucht. Jeder Musikliebhaber würde sich jedoch wundern wenn er den Sänger seines Lieblingsmusikstückes bei der Rezeption über Kopfhörer plötzlich außerhalb seines eigenen Kopfes lokalisieren würde, weil die Hörgewohnheiten diese Wahrnehmung geprägt haben. Derartige akustische Phänomene beschäftigen die Wissenschaft, nicht jedoch

⁴⁷ Vgl. Kickstarter, 2015

⁴⁸ Vgl. Dickreiter, Dittel, Hoeg, Wöhr, 2008: S. 111

⁴⁹ Vgl. Plenge, 1972: S. 241 ff.

⁵⁰ Vgl. ebd: S.244 ff.

den gewöhnlichen Rezipienten, der sich an die Im-Kopf-Lokalisation gewöhnt hat, durch die in der Musikbranche gebräuchlichen Standards.

Dennoch lassen sich aus den wissenschaftlichen Vermutungen folgende Schlüsse ziehen: Das menschliche Gehör ist in der Lage zwischen natürlichem und elektronisch übermitteltem Schall zu unterscheiden und es gleicht stattfindende Hörereignisse mit der Hörerfahrung ab. Die Wissenschaft liefert hier einen weiteren wichtigen Ansatz, da Aufnahmen mit BAS keine Im-Kopf-Lokalisation aufweisen sollten.⁵¹

3.4.3 Bedeutungunterschiedlicher Zuhörer

Wie bereits erwähnt hört jeder Mensch anders, basierend auf seiner Hörerfahrung und seiner Physiognomie.

Hier soll nur noch einmal zusammenfassend angemerkt werden:

- 1) Die Gehirnfunktionen werden bis heute nicht genau verstanden.
- 2) Es bestehen individuelle Unterschiede in der physiologischen Signalverarbeitung.
- 3) So ergänzen sich die erkennbaren äußeren physiologischen Unterschiede um unterschiedliche Auffassungen im Gehirn.
- 4) Eine binaurale Aufnahme muss diesem Sachverhalt ebenso Rechnung tragen wie eine binaurale Wiedergabe.
- 5) Der Schlüssel zum Erfolg liegt darin, ein hinreichend hochwertiges Aufnahmeverfahren mit einem hinreichend hohen Durchschnittswert einer binauralen Aufnahme zu erzeugen, um damit ein zufriedenstellendes Ergebnis zu erzielen

3.4.4 Schwächen der Wiedergabe

Bei aller Individualität soll angemerkt werden, dass sich in der echten Welt alle zurechtfinden, da die auf der Birke singende Amsel von allen die links daneben stehen, individuelle Unterschiede hin oder her, als „Amsel rechts oben in der Birke“ wahrgenommen wird. Dazu folgt die These:

⁵¹ Dickreiter, Dittel, Hoeg, Wöhr, 2008: S. 111

Für die Ortung in der Natur ist wohl auch eine willkürlich und reflexartige Kopfbewegung mit verantwortlich, die bei Menschen und auch bei Tieren zu beobachten ist, wenn es gilt, sich akustisch zu orientieren. Diese Bewegung wird ausgeführt, um beispielsweise ein herannahendes Auto auch mit den Augen zu verfassen.

Abgesehen davon ändert diese Bewegung die Hörposition und bewirkt, rufen wir uns Theiles Assoziationsmodell aus 2.4 ins Gedächtnis und schauen wir uns die Schlussfolgerungen aus 3.4.2 an, dass die kurz zuvor gemachte Hörerfahrung mit der aktuellen abgeglichen wird und eine schnellere und bessere räumliche Lokalisation erfolgen kann. Der Rezipient von binauralen Tonaufnahmen kann diese Kopfbewegungen nicht ausführen, da das Wiedergabesystem, der Kopfhörer, statisch an seinen Ohren angebracht ist und die Schallquellen aus dieser Hinsicht unbeweglich sind.

3.5 Binaurale Aufnahmetechnik

Im Folgenden wird ein Überblick darüber gegeben, welche BAS derzeit auf dem Markt existieren. Dabei können nicht alle existierenden BAS vorgestellt werden, es werden monatlich neue Systeme entwickelt und der Markt wird gerade mit BAS unterschiedlicher Bauart geflutet. Zunächst werden anhand von Beispielen verschiedene Arten von BAS vorgestellt und erste Überlegungen zu deren qualitativen Eignung für binaurale Aufnahmen i.Allg. aufgestellt. Dabei werden keine akustischen Messungen herangezogen, sondern es wird abgewogen, inwiefern die menschliche Anatomie bei der Konstruktion der BAS mit berücksichtigt wurde und ob das BAS binaurale Aufnahmen bei einer Low-Budget Filmproduktion liefern kann. Die jeweilige Eignung für das praktische Beispiel einer Low-Budget-Filmproduktion wird sich im späteren Verlauf der Arbeit konkretisieren, da sie unter anderem Situationsabhängig ist. Die Ausführungen dieses Kapitels beeinflussen jedoch die Entscheidung für die Auswahl eines BAS zur Low-Budget-Filmproduktion maßgeblich.

3.5.1 Kunstkopfaufnahmen

Der Kunstkopf wurde 1973 auf der Internationalen Funkausstellung in Berlin vorgestellt und sorgte unter den Besuchern der Messe für großes Interesse. Zuvor wurde 1972 ein Prototyp aus Gips gefertigt, der in den folgenden Jahren in der Serienproduktion von der Georg Neumann GmbH umgesetzt und mehrfach weiterentwickelt wurde.⁵² In den folgenden Jahren wurden damit vorwiegend Hörspiele aufgezeichnet, de-

⁵² Vgl. Bülow, 2013

ren Produktion sich über die Jahrzehnte verlief und zwischenzeitlich sogar eingestellt wurde.



Abbildung 6: Kunstkopf KU100 der Georg Neumann GmbH⁵³

Beim Bau dieses BAS wurde die menschliche Anatomie, inklusive den äußeren Ohren berücksichtigt.⁵⁴



Abbildung 7: Der Kunstkopf von innen⁵⁵

⁵³ ZenPro Audio, o.J

⁵⁴ Vgl. Neumann, o.J

Wie zu erkennen ist, wurde sogar die Lage der Trommelfelle und deren Winkel, wenn auch horizontalgespiegelt, bei der Positionierung der Mikrofone innerhalb des Systems berücksichtigt. Weiter scheint hier ein Vorteil darin zu liegen, dass der Kunstkopf standardisiert ist, alle Aufnahmen unabhängig davon, wer diese tätigt gleiche Laufzeit, Pegel und Spektraldifferenzen aufweisen, da sich der Kunstkopf als solches und somit auch dessen akustischen Eigenschaften nicht ändert, wie etwa bei dem BAS der In-Ear-Mikrofone, die im folgenden Kapitel vorgestellt wird.

Somit erfüllt der Kunstkopf die in 3.4.3 aufgestellte These, einen qualitativ optimalen Durchschnittswert einer binauralen Aufnahme zu erzeugen. Unterstützt wird diese These dadurch, dass dieses BAS mehrfachweiterentwickelt wurde und nicht zuletzt dessen häufige Verwendung⁵⁶.

Betrachtet man die menschliche Anatomie und zieht man die Ausführungen zu HRTF aus 3.2 heran, vermisst man hier jedoch den Torso. Weiter fällt auf, dass bei diesem BAS zwar die Lage der Mikrofone im Kopf denen der menschlichen Trommelfelle ähnlich ist, aber es keinen Kopfhörer gibt, der an dieser Stelle den Schall absondert.

Einfacher gesagt, gelangt der Schall bei der Aufnahme durch den äußeren Gehörgang des Kunstkopfes und bei der Wiedergabe, die über Kopfhörer erfolgt durchläuft der Schall erneut den äußeren Gehörgang, nämlich den des Rezipienten. Dies mag vermutlich durch ingenieurtechnische Lösungen kompensiert sein, einen logischen Fehler im Zusammenhang mit HRTF stellt dies jedoch in jedem Fall dar.

Für Low-Budget-Film ist jedoch der größte Kritikpunkt am Kunstkopf sein relativ hoher Preis von etwa 8000€. Weiter wäre es fraglich, wie der Filmschaffende bei bewegter Kamera und gewünschter beweglicher Mikrofonposition den Kunstkopf handwerklich in die Filmproduktion integriert.

3.5.2 Aufnahme mit zwei nachgebildeten Ohren

Das BAS der zwei nachgebildeten Ohren wird von der Firma 3Dio in verschiedenen Ausführungen angeboten. Hier ist auf den ersten Blick zu erkennen, dass die Vorgaben von HRTF und so auch die der menschlichen Anatomie verfehlt werden. Es fehlt die Imitation eines Kopfes und eines Torsos.

⁵⁵ Bülow, 2013

⁵⁶ Vgl. Luna, 2009: S.14

Der Kaufpreis von etwa 500€ macht dieses BAS im Zusammenhang mit Low-Budget-Filmproduktion jedoch preislich attraktiv. Die Diskrepanz zwischen technischer Bauart und menschlicher Anatomie wird hier als derartig gravierender Fehler eingestuft, dass dieses System schon im Vorfeld für die Verwendung für das praktische Beispiel ungeeignet erscheint. Für Film im Allg. ist das System aufgrund der Bauart flexibler als der Kunstkopf.

Interessant in diesem Zusammenhang ist jedoch, dass im Internet gerade dieses Produkt als BAS für die Low-Budget-Filmproduktion empfohlen wird.⁵⁷ Bei der Durchsicht der Filmproduktionen, die mit diesem System erfolgten, wurde eine interessante Beobachtung gemacht. Dazu mehr im vierten Kapitel, welches sich mit binauralen Filmproduktionen beschäftigt.



Abbildung 8: Das Modell The Free Space von 3Dio⁵⁸

⁵⁷ Vgl. ASMR Academy, 2014

⁵⁸ 3Dio, 2015

3.5.3 Aufnahmen mit In-Ear-Mikrofonen

Bei In-Ear-Mikrofonaufnahmen werden zwei kleine Mikrofone, meist Druckmikrofone mit Kugelrichtcharakteristik, in den Ohren einer beliebigen für die binauralen Tonaufnahmen zuständigen Person platziert. Durch das Tragen im Ohr verändert sich die Richtcharakteristik der Mikrofone, von Kugel zu Ohr.



Abbildung 9: Das In-Ear-Mikrofon-Modell OKM I incl. A3 der Firma Soundman⁵⁹

Hier wird angemerkt, dass dieses BAS anders als der Kunstkopf genau an der Stellen Schall aufnimmt an der später der Kopfhörer zur Wiedergabe sitzt – dem Eingang zum äußeren Gehörgang. Dieses BAS berücksichtigt anatomisch die Aufnahme und Wiedergabe Position am genauesten. Auch wenn bei diesem BAS der Schall nicht direkt vor den Trommelfellen aufgenommen und wiedergegeben wird und bei der Aufnahme auch nicht den Gehörgang passiert, kommt es den Vorgaben der menschlichen Anatomie und denen von HRTF am nächsten. Denn hier werden, abgesehen von der richtigen Platzierung, Signale aufgenommen, die vom Träger des BAS real beeinflusst werden.

Das Erreichen eines hinreichend hohen Durchschnittswertes wie in 3.4.3 dargestellt, wird mit diesem BAS jedoch schwierig, da die individuelle Anatomie Einfluss auf die Aufnahme hat. Dieser Einfluss ist wichtig. Zwei unterschiedlich große und anders geformte Ohren beeinflussen die Spektraldifferenzen entscheidend. Selbst die Kleidung

⁵⁹ Soundman e.K, 2015

und der Körper des Trägers dieses BAS fließen in Aufnahme mit ein. Hier ist ein klarer Unterschied zum Kunstkopf zu erkennen.

Ein interessanter Aspekt ist gerade bei diesem BAS die Systemflexibilität. Hier könnte das Verfahren verbessert werden, wenn eine Person, beispielsweise der Kameramann, gemäß eines Drehbuchs bestimmte Kopfrichtungen oder Kopfhaltungen einnehmen würde, die einen zum Film passenden binauralen Eindruck gezielt fördern.

Im Low-Budget Film ist der Kostenfaktor entscheidend. Ausgerechnet das physikalisch und logisch leistungsfähigste Verfahren ist mit großem Abstand auch noch das preiswerteste. Einsteigermodell gibt es für etwa 150€⁶⁰

3.5.4 Trennkörper Mikrofonsysteme

Unter Trennkörpern versteht man Körper, die zwischen zwei etwa im Ohrabstand voneinander entfernten Stereomikrofonen angebracht sind und durch Schallabsorption und/oder Schallreflektion dafür sorgen, dass Spektraldifferenzen zwischen linkem und rechtem Kanal entstehen. Diese Systeme sind für die Lautsprecherwiedergabe gedacht.⁶¹

Binaurale Kugelmikrophone zählen auch zu diesen Mikrofonsystemen. Sie weisen eine signifikante Schwäche auf, was die Vorne/Hinten-Abbildung betrifft. Auch wenn die Kugel Mikrophone Stereosignale produzieren die auf natürlichem Laufzeitunterschieden und Spektraldifferenzen basieren, fehlen ihnen jedoch genau die Spektraldifferenzen, wie sie etwa das menschliche Gehör und der Kunstkopf erzeugt.⁶²

Dieses fehlende Merkmal in der Kombination mit dem relativ hohen Kaufpreis, dürfte das Trennkörper Mikrofon für die binaurale Low-Budget-Produktion von Filmen schon nach ersten Überlegungen disqualifizieren.

⁶⁰ Soundman e.K, 2015

⁶¹ Sengpiel, 2015 [d]

⁶² Theile, 1991: S.761 ff.

3.5.5 CIC-/IIC-Hörgeräte

Ein breitbandiges Vorgehen war gemäß Einleitung Ziel dieser Arbeit, weswegen hier auch ein kurzer vergleichender Blick in die Entwicklung von Hörgeräten erfolgt:⁶³

Wer ein Hörgerät tragen muss, möchte in der Regel, dass es unauffällig ist. So entstand der Trend, Hörgeräte teilweise oder ganz im äußeren Gehörgang unterzubringen, aus einem anderen Motiv als dem der binauralen Wahrnehmung. Waren in den vergangenen Jahren individuelle CIC-Geräte (Completely in the Canal) der Stand der Technik, so gewinnen in der Hörgeräteakustik heute IIC-Geräte (Invisible / Unsichtbar in the Canal) immer mehr an Bedeutung. Durch die Anordnung direkt im äußeren Gehörgang wird ihnen ein guter Klang nachgesagt, Windgeräusche werden dabei nach Herstellerangaben sehr effektiv reduziert und ein binaurales Richtungshören unterstützt. Der Trend zur Mikromechanik und Mikroelektronik unterstützt die Entwicklung kleinster IIC-Hörgeräte weiter. Man fragt sich, wann Hörgerätehersteller möglicherweise den Markt binauraler Produktionen für sich entdecken.⁶⁴

3.5.6 Binaural Panning

Binaural Panning bedeutet mit Audioproduktionssoftware, wie Apple Logic Pro 9, Mono- und Stereoaufnahmen in einem virtuellen Raum zu verteilen und zu bewegen und so ein binaurales Signal zu erzeugen.⁶⁵ Dieses Verfahren stellt im Sinne dieser Arbeit jedoch kein BAS dar, da es kein Aufnahme-System ist, sondern reine Klangsynthese. Die Möglichkeiten der binauralen Nachvertonung machen es umsetzbar gescheiterte binaurale Aufnahmen am Set durch die Postproduktion zu generieren. Weiter wird dieses Verfahren zur digitalen Produktion des Musikbettes des praktischen Beispiels verwendet und wird deshalb hier angesprochen.

⁶³Vgl. Finlen, Schubert, & Faltus, 2013: S.44 ff.

⁶⁴Vgl. ebd

⁶⁵Vgl. Apple, o.J

4 Binauraler Low-Budget Film

Der Begriff Low-Budget-Film ist nicht fest definiert. Oftmals wird dieser Begriff mit dem des Independent-Films gleichgesetzt. Grundsätzlich versteht man unter dem Begriff des Independent Films, dass keine große Produktionsfirma, wie beispielsweise Warner Bros., den Film finanziert. Low-Budget-Film sagt lediglich aus, dass hier begrenzte finanzielle Mittel bei der Produktion existieren.⁶⁶ Im Zuge dieser Arbeit wird die Kostenplanung des praktischen Beispiels exemplarisch angeführt, um ein genaueres Vorstellung davon zu bekommen, unter welchen finanziellen Kriterien das BAS ausgewählt wurde.

Ein kurzes Beispiel dafür, dass Filme mit dem geringen Einsatz finanzieller Mittel dennoch erfolgreich sein können ist am Beispiel des 1999 veröffentlichten Horrorfilms *The Blair Witch Project* zu erkennen. Bei einem Einsatz von etwa 60.000 US-Dollar spielte der Film weltweit 250 Millionen US-Dollar ein.⁶⁷ Auch wenn es sich hier nicht um einen binauralen Film handelt, ist diese Feststellung im Kontext von Low-Budget-Filmproduktionen und dessen Aussichten auf Erfolg von Bedeutung.

Da sich BAS aufgrund der Natur binauraler Aufnahmen nicht als Produktionsstandard für große Produktionen durchsetzen konnten, sind alle bisherigen bekannten binauralen Filmproduktionen im Low-Budget-Bereich anzutreffen. Der Begriff Low-Budget im Zusammenhang mit binauralem Film bedeutet, dass dem Planer des binauralen Filmprojekts *INTERIOR – A Terrifying Experience In 3D Sound* der Zielbetrag von etwa 11.000 US-Dollar bei der Finanzierung auf kickstarter.com reichte, um den Film umzusetzen.⁶⁸ Aufgrund des niedrig angesetzten Budgets ist es wahrscheinlich, dass der Ersteller des Projektes, Zachary Beckler, in seiner eigenen Produktion ehrenamtlich tätig sein wird oder von Freunden, die kostenlos arbeiten und entsprechendes Equipment zur Verfügung stellen unterstützt wird.

Die Kosten aller anderen im Internet kursierenden binauralen Filmproduktionen liegen aber wohl weit unter dem veranschlagten Budget von Beckler. Hier spricht man, geht man davon aus, dass das jeweils genutzte BAS auch wenn es ein Kunstkopf ist, bereits vorhanden ist, auch von Amateurfilmen.

⁶⁶ Vgl. Kaczmarek, 2012

⁶⁷ Vgl. Box Office Mojo, o.J.

⁶⁸ Vgl. Kickstarter, 2012

4.1 Genres binauraler Filmproduktionen

Bei der Recherche nach binauralen Filmen ist man zwangsläufig auf Internetsuchmaschinen und Videoportale wie YouTube und Vimeo angewiesen. Zunächst lassen wir alle Videos die lediglich ein Bild zeigen und nur Musik, wie beispielsweise Binaural Beats⁶⁹, die nicht mit BAS erzeugt werden, außen vor. Das gleiches gilt für Testaufnahmen in denen lediglich durch Textanimationen aufgezeigt wird, wo genau sich die Schallquelle gerade befindet und zu hören sein soll. Abgesehen von einigen Ausnahmen schlecht binaural nachvertonter Filme, bleiben Musikvideos, Testaufnahmen in denen ein Sprecher um ein BAS wandert und ASMR, „Autonomous Sensory Meridian Response“⁷⁰ auch bekannt als AIHO, „Attention induced head orgasm“⁷¹, oder AIE, „Attention induced euphoria“^{72, 73}.

Gerade letzteres bildet, schaut man sich die Aufrufe des Videos Binaural ASMR: Up Close And Up On Your Ears Relaxation auf YouTube an⁷⁴ und lässt man die Menge der auffindbaren ASMR-Videos in die Bewertung mit einfließen, das beliebteste Genre im Bereich binaural Film. Allein der Name lässt darauf schließen, dass das hier vermehrt verwendete und zuvor als eher ungeeignetes BAS bezeichnete Modell The Free Space von 3Dio nicht der einzige Faktor ist, warum dieses Genre derart erfolgreich ist. Bemerkenswert in dem Zusammenhang ist, dass eine studentische Autorin, die sich in einem Selbstversuch ASMR widmete, den Sound der Videos als „eine brillante Stereo Aufnahme“⁷⁵ bezeichnet, ohne scheinbar zu wissen, dass diese mit einem BAS aufgenommen wurde. Der Grund warum sie den Sound auch von hinten wahrnimmt⁷⁶ scheint hier ein anderer zu sein. Dazu mehr im nächsten Kapitel.

Die vorliegende Arbeit benennt als geeignete Genres für binaural Film, um nur einige zu nennen: Naturfilme, Musikvideos, Liveaufnahmen von Konzerten, Horror, Thriller und im Kontext des erfolgreichen ASMR, Porno. Bei den Aufgeführten Genres steht entweder die Musik oder die Intensitätssteigerung der Erfahrbarkeit von Emotionen im Mittelpunkt möglicher binauraler Vertonung.

⁶⁹ Binaural Beats ist eine neuartige Musikrichtung die auf Schwebungen basiert, die entsteht, wenn sich zwei Töne ähnlicher Tonhöhe, auf linkem und rechten Ohr getrennt überlagern

⁷⁰ Urban Dictionary, 2011

⁷¹ ebd.

⁷² ebd.

⁷³ Vgl. ebd.

⁷⁴ Vgl. YouTube, 2014

⁷⁵ Denner, 2013

⁷⁶ Vgl. ebd.

4.2 Stilmittel binauraler Filmproduktionen

Hörspiele können, wie ein Buch, eine visuelle Vorstellung im Zuhörer schaffen, die den visuellen Cortex im Gehirn anspricht.⁷⁷ Bei ASMR scheint der genaue Gegenteil der Fall zu sein. Das menschliche Gehirn vertraut aus Gewohnheit dem Sehsinn, falls es zu optischen und akustischen Ungereimtheiten bei der Verarbeitung von auditiven und visuellen Reizen kommt.⁷⁸ Gerade dieser Aspekt kommt ASMR zugute. Es wird stets gezeigt wo sich die Schallquelle befindet, da die statische Kameraeinstellung das Geschehen auflöst. Die visuelle Vorstellung gibt vor wie diese Schallquelle zu lokalisieren ist. Durch die statische Kamera und die Laufzeit der Videos wird dem Rezipienten genügend Zeit gegeben, sich auf die Hörsituation einzustellen. Auch andere Aufnahmen mit verschiedenen BAS bedienen sich diesen visuellen Hilfsmitteln, die dem Rezipienten beim kurzfristigen Erlernen der Hörsituation helfen. Mal sieht man, wie sich eine Person um einen aufgestellten Kunstkopf sprechend bewegt⁷⁹, mal wird ein Musikstück auf akustischen Instrumenten in einem Raum um einen Kunstkopf herum aufgeführt⁸⁰.

Beide Videos, vor allem letzteres, haben gemeinsam, dass ohne Bild selten eine richtige Vorstellung der genauen Position der Schallquellen erfolgt. Die Vorne/Hinten Lokalisation dürfte auch ohne die Erklärung des Sprechers im ersten Video, wo er sich gerade befindet und wo er als nächstes hingeht, besser als im zweiten Video möglich sein, da die Soundquellen im zweiten Video statisch sind. Es scheint so, als würde der wandernde Sprecher, gerade durch die Momente in denen er in Kreisen um die Abhörposition von schräg vorne nach schräg hinten bewegt, dem Zuhörer klarmachen, wo vorne und wo hinten zu hören sein soll.

Diese Feststellungen machen ersichtlich, dass das gewählte BAS, nicht der einzige Faktor ist, der bei der binauralen Filmproduktion berücksichtigt werden sollte. Vielmehr helfen dem Rezipienten hier die audiovisuelle Verknüpfung, die Länge der Einstellungen und bewegte Soundquellen, zum Erlernen der Hörsituation und so auch Erfolg des binauralen Films mit bei. Das in 2.4 vorgestellte Assoziationsmodell findet hier seine Bestätigung.

⁷⁷ Vgl. Schwender, 2001: S.126 f.

⁷⁸ Vgl. ebd S.127

⁷⁹ Vgl. YouTube, 2012

⁸⁰ Vgl. YouTube, 2009

4.3 Bedeutung von binauralen Tonaufnahmen für Low-Budget Film

Die Tonaufnahme am Filmset ist bei Filmproduktionen ein wichtiger Aspekt. Die Möglichkeit bereits am Filmset eine realistische Geräuschkulisse aufzunehmen, sollte aufgrund der besonderen Authentizität durch BAS wahrgenommen werden.⁸¹ Hier kann mit einem BAV preisgünstig ein überaus realistisches Klangergebnis erzeugt werden. Wer die Absicht hegt seinen gesamten Film in der Postproduktion nach zu vertonen, sieht sich steigen Kosten entgegen und hat in der Konzeption seiner Produktion entscheidende Fehler begangen.⁸² Diese Anmerkungen lassen erkennen, dass eine gute binaurale Tonaufnahme zur Qualität eines Low-Budget-Films, wenn bei der Rezeption Kopfhörer verwendet werden, beitragen können und die Kosten senken.

4.4 Fragen zur Mikrofonpositionierung

Im Kontext der binauralen Tonaufzeichnung spielt die Anordnung des BAS eine fundamentale Rolle. Im Prinzip muss zwar der Audioaufnahmeort identisch mit dem Kameraort sein damit Bild und Ton zusammenpassen. Es dürfte aber bestimmte Freiheitsgrade geben. Nehmen wir den Fall an, eine Kameraposition befindet sich 10 m entfernt von einer Szene in einem Straßencafé und man möchte dennoch dem Gespräch eines Pärchens lauschen, dann erscheint logisch, dass die Aufnahmeposition näher am Objekt liegen sollte. Interessant wird hier das In-Ear-Mikrofon-Verfahren sein, da hier eine separate Person das lebende Mikrofon darstellt und in manchen Szenen aus Prinzip nicht erscheinen darf. Soll ein belebtes Café gezeigt werden, so könnte die Mikrofonperson am Nachbartisch sitzen. Das In-Ear-Mikrofon hat also in der Mikrofonierung seine Chancen und seine Grenzen. Erkennbar wird hier auch, dass ein funktionierender Kunstkopf auch wünschenswert wäre, obendrein wenn er kleiner sein könnte als ein menschliches Original. Wichtig wird für den, der die Aufnahmeleitung des Filmprojektes hat, die akkurate Planung und Dokumentation der Mikrofonierung sein. Es empfehlen sich Skizzen und grafische Hilfsmittel, im Ideal vielleicht sogar auf dem Smartphone, das auch für die Aufnahmen eingesetzt wird.

⁸¹ Vgl. Kamp, 2013: S.102

⁸² Vgl. Travis, 1999 S.343

5 Beispiel einer Low-Budget Filmproduktion

Im Folgenden wird ein Beispiel einer binauralen Filmproduktion angeführt. Es werden insbesondere der Workflow und die relevanten Prozesse der Produktion erläutert. Weiter werden die Anforderungen binauraler Tonaufnahmen bei der Filmproduktion aufgeführt und welche Qualitäten sich im Low-Budget-Bereich erzielen lassen.

Die Zielsetzung ist es, einen Film zu produzieren, der sich nicht den üblichen Genres, Musikvideo oder ASMR bedient. Das lässt einen späteren Vergleich zu ähnlichen Produktion zu, die in herkömmlichen Mono- oder Stereoverfahren aufgenommen sind. Letztlich soll hier nicht aufgezeigt werden, dass binaural Audio funktioniert, sei es unter Verwendung der Stilmittel von ASMR oder anderen, die die räumliche Auflösung visuell verstärkt untermalen, sondern vielmehr eine gutes Audioerlebnisse durch eine realistische Geräuschkulisse generiert werden. So kann später im besten Fall eine Aussage darüber getroffen werden, inwieweit der Einsatz von BAS bei Low-Budget-Filmproduktion lohnenswert ist.

Weiter sollen alle binauralen Tonaufnahmen möglichst synchron zum Video aufgenommen werden, um ein möglichst realistisches Abbild der Realität zu schaffen. Der Schwerpunkt muss folglich auf guten binauralen Aufnahmen am Set liegen. Am Anfang stehen die Idee des Filmes und die Frage, ob binaural Audio für diese Art von Film überhaupt Sinn macht. Erst wenn das Skript des Films und die Shotlist erstellt sind, also die Anwendungssituation geklärt ist, kann das Aufnahme-Equipment und so auch das BAS ausgewählt werden.

Wie in 3.5.6 beschrieben ist es möglich Mono- und Stereo-Tonaufnahmen von einzelnen Schallquellen in der Postproduktion binaural nachzuproduzieren. So aufgenommene zusätzliche Schallquellen sind in diesem Beispiel auf ein Minimum reduziert. Bei der späteren Erstellung des Musikbettes in der Postproduktion wird jedoch auf diese Möglichkeit, der digitalen Erzeugung von binauralem Audio aus einfachen Stereo- oder Monospuren zurückgegriffen.

Die finale Audiospur des Films wird somit aus realem und virtuell generiertem binauralem Ton bestehen.

5.1 Preproduktion

Die Preproduktion beinhaltet zum einen kreative Prozesse, wie die Erstellung der Story, des Drehbuchs oder des Skripts. Wichtig sind andererseits auch planerische Prozesse, wie die Entscheidung über benötigtes Equipment, Kostenmanagement, Zeitplanung und Casting der Schauspieler. Der kreative Prozess beginnt in der Regel mit der Erstellung der Geschichte die erzählt werden soll. Erst danach können die weiteren Schritte der Preproduktion erarbeitet werden. Hier fällt auch die Entscheidung bei der Auswahl des BAS für die Produktion.

5.1.1 Exposé

In dieser kleinen Filmproduktion wird die Wirkung von binauralem Film in einem Genremix aus Thriller und Horror anschaulich gemacht. Die emotionale Erfahrbarkeit wird unterstützend zum Bild durch einen realistischen Eindruck der Geräuschkulisse unter Verwendung von binaural Audio auf der Tonspur erzeugt. Auf der Bildspur wird hauptsächlich die sog. Point-of-View-Perspektive, kurz POV, verwendet. Die Kamera filmt die Szene also aus der Ich-Perspektive. Die Verwendung von binauralem Audio ist in diesem Genre sinnvoll, die Szene wird erfahrbar und spannend.

Inhaltlich wird eine Hinrichtung im Mafiamilieu gedreht. Das Opfer, der stark narkotisierte Johnny, wacht gefesselt und gefoltert auf einem Stuhl in einem Industriegebiet auf. Er bekommt in einem letzten Verhör die Chance durch Herausgabe der geforderten Information mit dem Leben davonzukommen. Da er diese Chance nicht nutzt wird er von einem Auftragsmörder hingerichtet.

5.1.2 Skript

Der Film beginnt mit einer schnell geschnittenen Montage aus Bildern des gefesselten Protagonisten Johnny und einer Einblendung des Filmtitels Johnny Johnny Johnny. Die hier gezeigten Bilder von offenen Wunden und einer Infusion geben eine Vorahnung auf die folgende Handlung des Films. Johnny ist mit Gaffatape an einen Klappstuhl gefesselt. Er ist blutüberströmt, um ihn herum herrscht Dunkelheit, es ist Nacht. Er hängt an einem Tropf und trägt mehrere schwere, offene Wunden an seinem Körper. Johnny wacht auf und schaut an sich herunter. Er realisiert, in welcher Situation er sich befindet. Er scheint sich in einem Industriegebiet zu befinden, hinter sich hört er Geräusche, vermutlich von einer Autobahn. Nach dem kurzen Versuch, sich zu befreien, erkennt er aber, dass er nicht frei kommt. Seine linke Hand ist verstümmelt und er hat einen offenen Bruch an seinem rechten Knie. Seine Eingeweide quellen am unteren Bauch hervor. Er sieht, dass er an einem Tropf hängt. Ihm gegenüber wird ein Auto

gestartet, dessen Scheinwerfer ihn blenden. Stark sediert verliert er wieder das Bewusstsein. Ein weiteres Auto nähert sich von hinten. Johnny wacht wieder auf und versucht angestrengt das ihn umkreisende Auto zu fokussieren. Es fährt mit quietschenden Reifen mehrere Kreise um ihn. Das Opfer versucht sich zu orientieren. Das gelingt nur halb. Das Auto kommt schließlich schräg rechts hinter ihm zum Stehen. Türen öffnen sich, es steigen zwei Personen aus. Die Türen des Autos fallen schallend wieder ins Schloss, Schritte kommen näher. In das Gesichtsfeld des Opfers treten zwei Gestalten, der Sohn des Mafiabosses und sein Komplize. Der Sohn des Bosses setzt sich stumm auf einen Klappstuhl, der ihm von seinem Komplizen aufgestellt wird, und lauscht stumm dem erfolglosen Versuch des Komplizen, den gefolterten und geschundenen Johnny auf dem Stuhl zum Reden zu bewegen. Der Komplize redet auf Johnny ein und droht damit seine Freundin auf die gleiche Weise zu foltern wie Johnny. Es wird ausdrücklich nach dem Verbleib des „Scheiß“ gefragt, wobei offen bleibt was genau damit gemeint ist. Nachdem klar wird, dass Johnny die verlangte Information nicht preisgeben wird, fahren die beiden Kriminellen mit quietschenden Reifen davon. Währenddessen steigt der Mörder aus dem Auto gegenüber aus, zieht eine Waffe und tötet Johnny mit drei Schüssen. Der Zuschauer sieht in der letzten Einstellung symbolisch Johnnys Seele seinen malträtierten Körper verlassen.

-ENDE-

Anmerkungen zum Skript: Um die einzelnen Szenen abgesetzt drehen zu können und den körperlichen Zustand von Johnny zu unterstreichen, verliert Johnny immer wieder das Bewusstsein. Ihm fallen die Augen zu, die Kamera neigt sich nach unten, beim Aufwachen sieht er zunächst unscharf.

5.1.3 Storyboard und Shotlist

Ein Storyboard dient der Vorproduktion. Es besteht aus gezeichneten Bildern, die später im Film zu sehen sein werden. Die Komplexität der Zeichnung reicht von fotorealistischen bis zu einfach Strichzeichnungen. Mit Hilfe eines Storyboards können Regie, Kameramann und Protagonisten gut miteinander kommunizieren und bekommen die gleiche Vorstellung was gedreht werden soll.

Ein detailliertes Storyboard hilft beim reibungslosen Verlauf der Produktion. Alle Beteiligten werden schon vor dem eigentlichen Dreh genau über den Ablauf mit einem

Drehplan informiert. Der Zeiteinsatz am Set ist kostbar, deshalb wird möglichst gut vorgeplant. Ein Storyboard hilft dabei, die Kosten einer Produktion im Rahmen zu halten.⁸³

Eine Shotlist ist eine Tabelle, in der jedes Bild, oder auch nur die wichtigsten Schlüsselbilder, textlich festgehalten werden. Binaurale Aufnahmen erfordern besondere Disziplin am Set, da die Aufnahmen nicht nachgestellt werden können und der echte Ton am Set im Schnitt verwendet werden soll. Zur Organisation wurde ein Floorplan erstellt. Dies ist eine skizzenhafte Aufsicht der Positionen und Bewegungen von Darstellern und Kamera.⁸⁴

Die Szenen und deren Ablauf konnten mit dem Floorplan den Darstellern kurzfristig übermittelt werden.

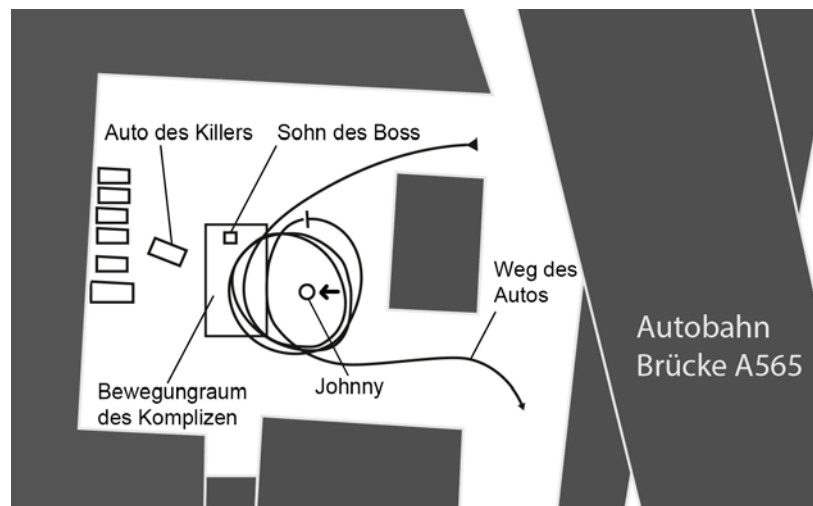


Abbildung 10: Floorplan - Skizze

5.1.4 Position der Kamera und des BAS

Da sich diese Produktion wie eingangs bereits unter 5. erwähnt, nicht den gängigen Genres binauraler Produktionen unterordnen soll, weil sie auch im Allg. Aufschluss darüber bieten soll, ob BAS für eine breite Auswahl an Filmproduktionen, die nicht speziell für binaural Audio konzipiert wurden, sinnvoll und umsetzbar ist, ist die Position des binauralen Mikrophons bei der Aufnahme von essentieller Bedeutung.

⁸³ Vgl. Kamp, S.212

⁸⁴ Vgl. ebd. S.212 ff.

Aus diesem Grund wird die räumliche Umgebung nicht erschöpfend aufgelöst. Es gibt keine Totale Einstellung der Szene, in der der Zuschauer erfährt, wie die Szene wirklich aussieht. Es gibt, abgesehen von Intro und Outro, nur die POV-Perspektive des gefesselten Johnny. Zwar dreht Johnny gemäß dem Skript seinen Kopf, aber die Position seines Körpers ist gleichbleibend. Bei der Vorproduktion kam daher die Frage auf, wie die Augenbewegungen, die unabhängig von der Bewegung des Kopfes erfolgen können, im Film gezeigt werden kann.

Ein narkotisiertes Opfer würde wohl mit schiefem Kopf zusammengesackt in einem Stuhl kauern und statt den Kopf zu bewegen eher nur die Augen nutzen um sich zu orientieren. So wäre das fokussierte Objekt eventuell in der Mitte des Bildes zu sehen, die klanglich räumliche Position wäre aber, je nach Ausrichtung des Kopfes, eher links oder rechts. Die Aufgabe des Kameramanns und des BAS wäre es dann diese Bewegungen nachzuahmen. Das könnte letztlich, bei übertriebener Diskrepanz zwischen der Ausrichtung des BAS und des gezeigten Bildausschnittes, zu einer verfälschten räumlichen Zuordnung führen.

Um später eine falsche Lokalisation zu vermeiden, sollte die Positionierung des BAS also dem Bildausschnitt entsprechen. Das bedeutet für die Arbeit am Set, dass der Kameramann und das BAS, aus der Position des Opfers aufnehmen müssen.

5.1.5 Auswahl des binauralen Mikrofons

Bei der Auswahl des binauralen Mikrofons ist das limitierte Budget einer Low-Budget Filmproduktion zu beachten. Die Aufnahmebedingungen on location sind ebenfalls wichtig. Das Aufnahmeequipment muss also zum Skript passt. Weiter müsste das BAS den bewegten Kameraeinstellungen folgen können Um den Sound für den Rezipienten optimal erfahrbar zu machen wurde zuvor definiert, dass die binaurale Aufnahme folglich unmittelbar hinter der Kamera erfolgen muss. Die Aufnahmesituation ist geklärt und die Wahl des BAS kann erfolgen.

Die Ausführungen zu der Position der Kamera und des BAS zeigen auf, dass in diesem speziellen Fall ein flexibles, kompaktes, kostengünstiges und einfach bewegliches BAS verwendet werden muss.

Diese Anforderungen erfüllen die BAS der zwei nachgebildeten Ohren und der In-Ear-Mikrofonie, weniger aber der Kunstkopf oder die Trennkörper Mikrofonie. Da auf Grundlage der Ausführungen in 3.5 das BAS der In-Ear-Mikrofonie eine bessere Eignung für binaurale Tonaufnahmen als das der Nachgebildeten Ohren zugesprochen wurde und das BAS der In-Ear-Mikrofonie zudem vom Kameramann getragen werden kann, der somit aus der gleichen Perspektive filmt und als BAS fungiert, fiel die Wahl

auf das In-Ear-Mikrofon Soundman OKM II Klassik Studio incl. A3⁸⁵. Dieses spezielle Produkt wurde ausgewählt, da es professionellere Qualität als die einfach gehaltenen In-Ear-Mikrofone aufweist und über einen Vorverstärker verfügt, der eine bessere Abbildung im Bassbereich bewirkt und den Rauschabstand erhöht.⁸⁶

Bemerkenswert bei der Recherche nach dieser Art der BAS war, dass viele Hersteller drauf hinweisen mussten, dass es aufgrund hoher Nachfrage zu Lieferverzögerungen kommt.⁸⁷ Teilweise waren die Artikel komplett ausverkauft.⁸⁸ Das verdeutlicht, dass insbesondere im Low-Budget-Bereich derzeit eine hohe Nachfrage an binauralen Mikrofonen besteht, die selbst die Händler und Hersteller überrascht.

5.1.6 Equipment

Die Arbeit mit Filmequipment am Set ist mit bestimmten Bedingungen verbunden:

Das Equipment einer Produktion muss vor dem ersten Drehtag feststehen. Zum Equipment gehören Kamera, Mikrophon, Speicherkarten, Festplatten und zudem notwendige Aufnahme-Formate für Film und Audio sowie Software für den Videoschnitt – in diesem Fall Adobe Premiere Pro CC. Im Vorfeld werden Tests durchgeführt. Beispielsweise, ob das Format der Aufnahme von der Nachbearbeitungssoftware fehlerfrei erkannt wird und natürlich, ob mit dem gegebenen Equipment im Endprodukt die gewünschte Qualität erreicht wird. Nach Abschluss der Tests darf nichts mehr am Equipment verändert werden, dies gilt speziell für Formate, Software- und Firmware Updates. Außerdem müssen für die Datensicherung genügend Festplatten zur Verfügung stehen.⁸⁹

Da der letzte Punkt in der Produktion nicht ausreichend beachtet wurde, musste die Produktion ein zweites Mal durchgeführt werden, da sämtliche Dateien bedingt durch eine fehlerhafte Festplatte beschädigt wurden und keine Sicherungskopie existierte.

Sobald das benötigte Equipment feststeht, kann mit der konkreten Auswahl begonnen werden. Diese wird vom verfügbaren Budget mitbeeinflusst.

⁸⁵ Vgl. Soundman e.K., 2015

⁸⁶ Vgl. ebd.

⁸⁷ Vgl. 3Dio, 2015

⁸⁸ Vgl. Killian, 2015

⁸⁹ Vgl. vtff, DFG, 2011

Digitale Spiegelreflexkameras erfreuen sich immer größerer Beliebtheit. Zum einen sind sie kostengünstig und handlich. Zum anderen ist deren Bildqualität und Auflösung im Vergleich zu größeren professionelleren Kinokameras nur noch geringfügig schlechter. Aus diesen Gründen wurde zur Produktion des Beispiels eine Canon 5d Mark II verwendet. Diese zeichnet im Quicktime Format Full-HD Aufnahmen mit 1920*1080 Pixeln und 25 Bildern pro Sekunde auf. Des Weiteren kommen das Canon 100mm Makro und das 50mm als Objektive zum Einsatz. Das 100mm Makro Objektiv verfügt über einen integrierten Bildstabilisator. So kann man auch aus der Hand und mit offener Blende geflogene Close-Ups, die optisch eindrucksvoll wirken, weitestgehend verwacklungsfrei aufnehmen. Das im Gegensatz dazu günstige Canon 50mm Objektiv ist einfach gehalten, eignet sich jedoch gut für die Abbildung eines menschlichen Gesichtsfeldes, was dem Eindruck der POV-Perspektive zuträglich ist. Dazu ist es mit einer maximalen Blendenöffnung von f1.8 relativ lichtstark.⁹⁰

Die Beschreibung der Auswahl des binauralen Mikrophons erfolgte im vorangegangenen Kapitel. Die Canon 5D Mark II verfügt über eine relativ schlecht zu regelnde Audio-Verstärkung. Bei Testaufnahmen mit dem gewählten BAS führte dies zu starkem Rauschen und Verzerrungen. Aus diesem Grund wurden Video und Audio getrennt voneinander aufgezeichnet. Daraus ergibt sich eine bessere Klangqualität, da das verwendete Tascam DR-44WL, ein portabler Digitalerecorder, Audioformate mit bis zu 96Khz unterstützt⁹¹ und eine saubere Verstärkung liefert, während die Canon 5D Mark II die eingespeisten Sounds schon komprimiert. Die separate Aufzeichnung erforderte den Einsatz einer Klappe, um Video und Audio in der Postproduktion wieder zu synchronisieren. Der Einsatz eines Assistenten zur Bedienung der Klappe und die zusätzliche Synchronisierung in der Postproduktion führten zu Zusatzkosten. Dies wurde durch die deutliche Qualitätssteigerung der Aufnahme gerechtfertigt. Der Dreh fand nachts statt um einen bestimmten Filmlook zu erhalten. Zur Aufhellung des Protagonisten wurden drei Neonröhren verwendet. Sie wurden mittels Krokoklemmen an Stativen befestigt. Diese Neonröhren bieten die deutlich günstigere Alternative zu professionellen Kino Flo Lichtsystemen⁹² bei ähnlich guten Beleuchtungseigenschaften.

⁹⁰ Vgl. Canon, 2015

⁹¹ Vgl. Tascam, 2015

⁹² Vgl. Kino Flo, 2015

5.1.7 Besetzung

Das Skript sieht folgende Rollen vor: Das Opfer Johnny, der Komplize, der Sohn des Mafiabosses und der Killer. Im Verlauf der Nachproduktion entwickelte sich eine weitere Rolle: die Kleine von Johnny. Für die Besetzung der Rollen wurden Freunde und Bekannte gecastet, die teilweise schauspielerische Erfahrung vorwiesen. So wurde die Rolle von Johnny mit Jim Taubitz, einem Bandkollegen, besetzt, der sich bei vorangegangenen Drehs als sehr geeignet und kooperativ herausgestellt hatte. Diese Faktoren sind für einen Schauspieler, der vier Stunden an einen Stuhl gefesselt Anweisungen befolgen muss, von großem Nutzen. Seine Tätowierungen waren ebenfalls entscheidend. Die Rolle des Killers wurde mit José Maria Fuchs besetzt. Ausschlaggebend waren Aussehen und Verfügbarkeit. Die Rolle Sohn des Mafiabosses wurde mit Christoph Merkelbach besetzt, der keinerlei Vorerfahrungen im Schauspiel hatte, aber als Gelegenheitsraucher seiner Rolle, die beinhaltete rauchend und stumm Johnny anzustarren, gerecht wurde. Der Zweitprüfer des Autors, Christian Belzer, spielte die Rolle des Komplizen. Aufgrund seines schauspielerischen Talentes und seiner Erfahrung als Sprecher und Musiker konnte sichergestellt werden, dass die Rede stets verständlich ist und ihre Wirkung nicht verfehlt. Die Besetzung der Rollen stellte sich in der Retrospektive als eine gute Wahl heraus.

5.1.8 Crew

Die Filmcrew bestand aus dem Autor selbst und Niantong Tang als Runner. Aus kostentechnischen Gründen wurde auf eine möglichst kleine Crew gesetzt. Beim Vorbau der Szenen halfen die Schauspieler mit. Christian Belzer stand dem Autor der Arbeit beim Aufbau der Szene, der Lichtsetzung und der Maske von Johnny entscheidend zur Seite. Kameraarbeit und Tonaufnahme erfolgten durch den Autor der Arbeit selbst.

5.1.9 Requisite

Die folgende Aufzählung beinhaltet die wichtigsten Requisiten: Tropf samt Zugang und Schlauch, zwei Klappstühlen, zwei Autos, mehreren Anzügen und Anzugshosen, Hammer und selbst hergestelltes Kunstblut, jeweils einer Packung Hackfleisch und Hähnchen, für Johnnys Maske und der Spielzeugpistole Walter P99 sind die wichtigsten Requisiten genannt.

5.1.10 Location

Die Auswahl der Location wurde durch mehrere Faktoren beeinflusst. Eine binaurale Aufnahme birgt spezielle Anforderungen an die Location. Das Skript bringt geographische und optische Gesichtspunkte ein, die nicht außer Acht zu lassen sind. Hinzu kommen die Limitationen einer Low-Budget Produktion und das Wetter als begrenzende Faktoren. Da die binauralen Aufnahmen so realistisch wie möglich erscheinen sollen, ist es wichtig, dass die Filmcrew am Set ungestört ist. Passanten und auditive Störungen sind nicht erwünscht. Davon ausgeschlossen ist Autobahnlärm. Es sollte der Look eines Industriegebietes wiedergegeben werden. Zur binauralen Aufnahme wurde ein großer leerer Platz benötigt, auf welchem das Auto den Protagonisten samt Kamera und Mikrofon umkreisen konnte. Die Beleuchtung der Szene benötigt Strom. Dazu ist ein Stromanschluss notwendig. Um die bürokratische Hürde einer Drehgenehmigung zu umgehen, ist ein privates Grundstück von Vorteil. Die Wahl fiel auf einem Parkplatz im Sirius-Business Park in der Siemensstraße 2-50 in Bonn-Nord. Strom und Sanitäre Anlagen standen zur Verfügung und die optischen und geografischen Anforderungen wurden ebenfalls erfüllt. Berufliche Beziehungen erleichterten die Suche der Location. Am Drehtag ist darauf zu achten, dass keine Langzeitparker den Platz belegen und somit den Dreh beeinträchtigen. Die exakte geografische Position der Location lautet:

50°44'15.83"N, 7° 4'20.55"E⁹³

Die Location ist vorher zu besichtigen, um die Gegebenheiten abzuklären. Zeiten von Sonnenauf- und untergang sollten im Vorfeld notiert werden, wenn der Dreh zu einer bestimmten Tageszeit stattfinden soll – sei es des Lichts wegen oder aufgrund besonderer Geräuschkulissen.

5.1.11 Kostenkalkulation

Alle Aufwände einer Filmproduktion die einen Kostenfaktor generieren fließen in die Kostenkalkulation des Beispiels mit ein. Es wird davon ausgegangen, dass das Equipment auf dem freien Markt gekauft oder geliehen wurde und die Schauspieler und Crew entsprechend ihrer Leistung bezahlt worden sind. Die aufgeführten Kosten entsprechen nicht den tatsächlichen Kosten der Produktion auf dem freien Markt, da der Autor der Arbeit von Freunden bei den Punkten Casting, Crew, Equipment, Location,

⁹³Die genauen Koordinaten wurden mittels Google Earth ermittelt

Licht und Workstation für die Postproduktion unterstützt wurde. Zudem erfolgte die Kameraarbeit und Nachproduktion durch den Autor selbst. Die Stundensätze und Kosten basieren auf realen Stundenlöhnen und Leihpreisen, die in der Filmbranche üblich sind.⁹⁴Eine genaue Kostenkalkulation ist im Anhang zu finden. Sie geht davon aus, dass interne und externe Kosten anfallen und der Film im Auftrag eines Kunden erstellt wird.

5.2 Produktion

Wie in Kapitel 5.1.5 erwähnt, musste die Produktion aufgrund von Datenverlusten zwei Mal stattfinden. Der zweite Drehtermin wurde wetterbedingt zweimal verschoben, da das Equipment nicht wetterfest ist und das Skript keinen Regen vorsah. Nach Einbruch der Dunkelheit wurde mit dem Dreh der Szenen begonnen. Zuvor wurden alle Vorbereitungen getroffen. Die Requisiten wurden vorbereitet, die Kamera eingestellt, das Licht aufgebaut und der Parkplatz frei gehalten. Für die Maske des „Johnny“ wurde eine Mischung aus Ketchup, Essig und Honig als Kunstblut eingesetzt. Für die offenen Wunden und Brüche wurden Hähnchenschenkel verwendet die nach zerschneiden der Kleidung an den gewünschten Stellen an Jim Taubitz Körper angebracht wurden. Für den eigentlichen Dreh wurden maximal vier Stunden angesetzt. Diese Zeit wurde eingehalten.

5.2.1 Videoaufnahme

Es wurde ohne Stativ aus der Hand gedreht. Die Schärfe wurde ebenfalls von Hand gezogen. Damit sollte der Blick von Johnny, der laut Skript narkotisiert und in schlechter körperlicher Verfassung ist, simuliert werden. Bei Filmproduktionen ist üblicher Weise ein Kameraassistent notwendig. Aus Kostengründen wurde darauf jedoch verzichtet. Der Kameramann litt zu Anfang des Drehs an Unterzuckerung, was sich in verwackelten Aufnahmen widerspiegelte. Diesem Problem konnte mit der Zufuhr von Zucker entgegengewirkt werden. Darüber hinaus mussten viele Szenen wiederholt werden, was beim Filmdreh üblich ist. Nach Abschluss einer Szene konnte anhand der Shotlist zur nächsten Szene gewechselt werden.

⁹⁴ Vgl. kreativrudel, 2015

5.2.2 Tonaufnahme

In dieser Produktion wurde auf die Tonaufnahme besonders großen Wert gelegt. Das BAS wurde dabei vom Kameramann und Autor der Arbeit selbst getragen. Vorherige Tests hatten gezeigt, dass binaurale Aufnahmen die von diesem Träger des BAS gemacht wurden, bei der Wiedergabe zu guter Lokalisierung führten. Es stellte sich ebenfalls heraus, dass die vorne/hinten-Lokalisierung am besten war, wenn ein Kapuzenpullover bei der Aufnahme getragen wurde.

Die Schwierigkeit der Tonaufnahme lag darin, darauf zu achten, dass die Kopfhaltung möglichst genau der der Kameraperspektive entsprach. Zudem mussten bei jedem Take Kamera und Tonaufnahme ausgelöst werden. Die Audiopegelung mittels des Tascam DR44-WL erfolgte zwischen den Szenen. Eine Übersteuerung durch zu laute Geräusche verursacht von vorbeifahrenden LKW, ließ sich nicht vermeiden. Takes bei denen das Tascam DR44-WL Übersteuerung anzeigte, mussten wiederholt werden. Da die Tonaufnahme an der Position von Johnnys Kopf erfolgen musste, saß der Kameramann zunächst Kopf an Kopf mit dem Protagonisten. So wäre auf die BAS eintreffender Schall stark beeinflusst worden. Um dieses Problem zu beheben, nahm der Kameramann eine leicht erhöhte Sitzposition ein. Johnny musste seinen Kopf seitlich nach hinten gerichtet halten, was dem Darsteller auf Dauer große Anstrengung bereitete.



Abbildung 11: Position der Aufnahme – Die Darsteller mussten bei Laune gehalten werden

Vor und zwischen den Szenen wurde mittels Kopfhörern und der Wiedergabefunktion des Tascam DR44-WL geprüft, ob die Tonaufnahmen die gewünschte Qualität aufwiesen. So konnte sichergestellt werden, dass der Dreh der jeweilige Szene abgeschlossen war. Bei der Aufnahme wurde eine filmübliche Klappe verwendet, die vom Runner Niantong Tang bedient wurde. Der Einsatz der Klappe zahlte sich aus, da Bild und Ton getrennt voneinander aufgezeichnet wurden und so in der Post-Produktion perfekt auf-

einander synchronisiert werden konnten. Es bleibt zu sagen, dass die Szenen die später in Intro und Outro einfließen, abgesetzt zu Beginn und Ende des Drehs ohne Ton aufgezeichnet wurden.

5.2.3 Datensicherung

Wie zuvor erläutert, bildet die Datensicherung einen wichtigen Faktor für die Sicherheit einer Produktion. Daher wurden am Ende des Drehtages alle Speicherkarten der Kamera und der des Tonaufnahmegerätes, zweifach auf physikalisch getrennten Systemen gesichert. Einem erneuten Datenverlust konnte damit erfolgreich entgegengewirkt werden.

5.3 Postproduktion

Die Postproduktion beinhaltet alle Schritte, die zur Erstellung des Films unter Verwendung des Rohmaterials nötig waren. Angefangen bei der Sichtung des Materials, über Special-Effects, bis zur Nachproduktion und fertigen Ausgabe des Films werden im Folgenden alle wichtigen Stationen detailliert erläutert.

5.3.1 Schnitt

Die Sichtung des Bild- und Tonmaterials wie auch der Schnitt erfolgten an einer Workstation. Diese verfügt über die Nachbearbeitungssoftware Adobe Premiere Pro CC 2014. Auch wenn sich diese Software in Kreisen Filmschaffender großer Beliebtheit erfreut, ist an dieser Stelle anzumerken, dass es sich nicht um eine professionelle Nachbearbeitungssoftware handelt. Etliche Foren des Herausgebers Adobe sind gefüllt mit Einträge über Fehlermeldungen und Bugs, die das Arbeiten mit der Software erschweren und seitens des Herstellers teilweise nicht behoben werden können.⁹⁵ Bei dem Filmschnitt kam es beispielsweise ständig zu einem Ausfall der Audiospur, was die Post-Produktion erschwerte, denn gerade hier musste genau auf die Tonqualität geachtet werden. Dennoch wurde nach der Synchronisierung von Video und Ton schnell der erste Vorschnitt erstellt. Danach wurde der Vorschnitt, im Rohschnitt, so verändert, dass die Dramaturgie des Filmes davon profitierte. Hier entstand die Idee und anschließend die Aufnahmen von „Johnnys Kleinen“, um die Wirkung des Films zu verstärken. Im letzten Schritt wurden diese Aufnahmen in den Schnitt integriert und um

⁹⁵ Vgl. Adobe, 2014

mit dem BAS zusätzlich aufgenommene Sounds, wie etwa das geflüsterte Johnny und dem Musikbett des Intros erweitert. Die anschließende Farbkorrektur erfolgte mit der Magic Bullet Looks Suite. Dies ist ein professionelles Farbbearbeitungs-Plugin von Red Giant.

5.3.2 Special-Effects

Das Intro und das Ende des Films erforderten den Einsatz von Special-Effects, die mit Adobe After Effects CC 2014 erstellt wurden. Im Intro wurde der Titel „Johnny Johnny Johnny“ mittels sog. Tracking⁹⁶ an der Kanüle des Tropfes ausgerichtet. So scheint der Text in der Kanüle zu schweben. Außerdem ist der Titel als Alphamaske auf einem Close Up von Hähnchenfleisch, Hackfleisch und Ketchup angewendet. Für das Pistolenfeuer wurde das ACTION ESSENTIALS 2 von Special-Effects Anbieter Andrew Kramerverwendet.⁹⁷ Ebenfalls durch Tracking wurde das Pistolenfeuer samt Rauch über die Mündung der Pistole gelegt. Dadurch sieht es aus, als ob die Pistole wirklich feuert. Eine kurze Aufhellung des Bildes unterstützt diese Wirkung.



Abbildung 12: Pistolenschuss - verschiedenen Stufen der Nachbearbeitung

Diese Effekte wurden auf alle drei Aufnahmen angewendet, in denen die Pistole feuert. Die Überlagerungseffekte mit verschobenen Bildern, die Johnnys desolaten Geisteszustand zum Ausdruck bringen, entstanden durch weiche Blenden und transparente Überlagerungen mittels Adobe Premiere Pro CC 2014.

⁹⁶ Unter Tracking versteht man die Verfolgung der Kamerabewegung, oder die von zuvor festgelegten Elementen im Bild.

⁹⁷ Vgl. Kramer, 2015

5.3.3 Audio-Postproduktion

In der Postproduktion wurden einige Sounds nachproduziert. Hierbei wurde darauf geachtet, dass dies ebenfalls mit dem BAS erfolgte und folgenden Kriterium unterlag. Zusätzliche Sounds wurden an der gleichen Stelle auf dem Hof aufgenommen, um die gleichen Schall-Reflexionen zu erhalten. Besonders Augenmerk wurde auf den Pistolenschuss gelegt. Dieser wurde unter Verwendung einer sog. Gaspistole mit Gaskartusche⁹⁸ aufgenommen und in dem Audibearbeitungsprogramm Cubase5 unter Verwendung des Waves Plugins OneKnob Driver⁹⁹ gesättigt.



Abbildung 13: OneKnob Driver mit voller Effektstärke



Abbildung 14: Gate mit gleicher Einstellung für linken und rechten Kanal

Danach wurden die unerwünschten Geräusche der nahegelegenen Autobahn mit einem Gate herausgefiltert. Hierbei war die Einstellung des sog. Release besonders wichtig. Der Release beschreibt wie lange ein Effekt von seiner vollen Stärke bis zu seinem Aussetzen braucht. Ein zu hoher Release führte dazu, dass die vorbeifahrenden Autos

⁹⁸ Vgl. Airsoft24, 2014

⁹⁹ Vgl. WAVES, 2015

wieder zu hören waren. Ein zu geringer Release schnitt das Audiosignal zu früh ab, sodass die natürliche Hallfahne beschnitten wurde. Der Kompromiss zwischen beidem erzielte das gewünschte Resultat.

Die am Set aufgenommenen Tonspuren wiesen eine gute Qualität auf, die eine weitere Bearbeitung lediglich hinsichtlich Panning und Lautstärke erforderte. Für das Abmischen von binauralen Tonaufnahmen ist es unerlässlich, die Spuren aufgenommenen Spuren zu hundert Prozent auf den linken und rechten Kanal zu mischen. Nur so wird gewährleistet, dass bei der Wiedergabe über Kopfhörer das gewünschte binaurale Klagergebnis erreicht wird. Die Lautstärke der Aufnahmen wurden untereinander angeglichen, damit es bei den Schnitten die aus unterschiedlichen Takes, die mit der für die jeweilige Situation angepasste Vorverstärkung aufgenommen wurden, zu keinen Lautstärke unterschieden kam. Mittels Adobe Premiere Pro CC 2014 wurden Überblendungen konstanter Leistung zwischen den Schnitten eingefügt. Dies erfolgte um Störgeräusche zu vermeiden, die bei dem plötzlichen Einsetzen einer Audiospur entstehen können. Zudem lieferte dieser Effekt eine schöne akustische Überleitung der Schnittbilder. Von einer nachträglichen Erstellung von binauralen Sounds aus gewöhnlichen Mono- und Stereospuren wurde abgesehen. Dies war in der Konzeption nicht berücksichtigt.

5.3.4 Erstellung des Musikbetts

Das Musikbett für das Intro des Films wurde mit Hilfe der Native Instruments Maschine, ein digitales Musikproduktionsprogramm erstellt. Dabei wurde auf ein vorgefertigtes Schlagzeugset, das sog. Amon Tobin Kit, zurückgegriffen dessen Pattern bearbeitet wurden und dessen Samples das binaurale Panning, in 3.5.6 erläutert, von Apple Logic Pro 9 durchliefen. Durch Automation des binauralen Panspots wurden die einzelnen Elemente im virtuellen Raum hinsichtlich ihrer Lage und Entfernung zum Zentrum bewegt, um eine interessante musikalische Einleitung, welche die Thematik der binauralen Aufnahme Rechnung trägt, zu bilden. Die Ausgabe erfolgte im Waveaudio Format mit einer Sample rate von 48Khz

5.3.5 Erstellung der Binaural Beats

Um die Möglichkeiten von digital erzeugten binauralen Ton auszuschöpfen, wurde ein binauraler Beat in Steinberg Cubase5 generiert. Zwei Sinustöne wurden durch den Einsatz des Bordeigenen Plugins „Testgenerators“ auf den linken und rechten Stereokanal verschoben. Erst ist der Beat zu hören, dann wird die Höhe des Sinustons auf dem rechten Kanal von 447Hz auf 442Hz verlagert. Da dies genau der Tonhöhe des linken Kanals entspricht entstehen keine Schwebungen mehr – der Beat ist ausge-

löscht, es lediglich ein Sinuston mit der Tonhöhe von 442Hz zuhören. Dadurch wird das Ableben Johnnys symbolisiert.

5.3.6 Ausgabe

Die finale Komposition von Bild und zusätzlichen Audiospuren wurde mit dem „Adobe Media Encoder“ in zwei Versionen ausgegeben. In Bezug auf Low-Budget-Filme die nicht im Kino oder im Fernsehen ausgestrahlt werden haben, sich die beiden Plattformen Youtube und Vimeo zur Verbreitung der Filme etabliert. Um einen späteren Vergleich zu anderen binaural produzierten Filmen, vor allem im Bezug auf Tonqualität möglich zu machen, erfolgte die Ausgabe im MP4 Container mit dem Codec H264 für Video und AAC 320Kbit/s 48000Khz für Audio codiert.

6 Bewertung

Hier wird zunächst die binaurale Produktion kritisch bewertet. Danach folgt die Bewertung der BAS. Abschließend werden die Möglichkeiten von binaural Film behandelt.

6.1 Bewertung der binauralen Produktion

Bei der Sichtung des Filmmaterials und beim Hören der Audioaufnahmen machten sich einige Fehler bemerkbar. Zum einen hätte das Videomaterial mit der neuesten Generation von 4K Kameras gefilmt, deutlich weniger Bildrauschen aufgewiesen. Die derzeit neuesten Sony A7 Modelle sind wesentlich Lichtstärker und dadurch rauschärmer als die der Canon-DLRS¹⁰⁰. Bei einem 4K Bild wäre zudem eine Umrechnung in Full HD möglich gewesen, wobei das Bild deutlich an Schärfe gewinnt und das Bildrauschen gemindert werden kann. Zum anderen hätte die Kameraarbeit besser sein können, da einige Takes zu verwackelt waren. Obwohl Johnnys narkotisierter Zustand durch fehlende Schärfe zum Ausdruck kommen sollte, wiesen Takes stellenweise dennoch zu wenig Schärfe auf. Die binauralen Aufnahmen überzeugten nur an einigen Stellen, was nicht an der BAS lag, sondern vielmehr an dem Szenenaufbau. Das umkreisende Auto ist gut zu lokalisieren. Die Positionierung der Schauspieler jedoch, besonders die des Komplizen, hätte variantenreicher gestaltet werden können. Das betrifft die Vorne/ Hinten und Links/Rechts-Positionierung des Darstellers beim Versuch, Johnny zum Reden zu bringen. Der Komplize hätte sich sprechend um Johnny herumgehen können. Auf diese Weise wäre der binaurale Effekt und das Erlernen der Hörposition verbessert worden. Die Einstellung hätten unterstützend länger sein müssen. Problematisch bei der binauralen Aufnahme war, dass die Kameraposition und somit auch die Position der BAS nicht zu jedem Zeitpunkt optimal gewählt waren, da sich zwei menschliche Körper, der von Jim Taubitz und der des Kameramanns nah aneinander befanden, was Einfluss auf den auf das BAS einfallenden Schall hatte. Der Protagonist hätte durch den Kameramann und das binaurale Mikrofon für die Szenen aus POV-Perspektive ersetzt werden müssen. So wäre die Einwirkung eines zusätzlichen Körpers, der des Protagonisten, auf die binaurale Tonaufnahme vermieden worden. Da größtenteils über die rechte Schulter des Protagonisten aufgenommen wurde, ist besonders der Schall des linken Kanals durch den Kopf und auch den Körper des Protagonisten beeinflusst. Auch wenn bei der Aufnahme ein Abstand in etwa 40cm gewählt wurde und die Position des binauralen Mikros im Gegensatz zu der Position von Johnny leicht

¹⁰⁰ Vgl. Gross [2014]

erhöht war, dürfte sich dieser Sachverhalt negativ auf das Ergebnis der Aufnahme ausgewirkt haben. Ein zusätzlicher Körper bedeutet hier eine unnötige Dämmung und Reflexion des Schalls. Weiter war der Kopf des BAS-Trägers den Aufnahmebedingungen geschuldet leicht eingedreht, was die Lokalisierung beeinflusst. Die dennoch erreichte Soundqualität, bedenkt man die geringen Kosten des BAS und den Umstand, dass das Audiosignal lediglich hinsichtlich seiner Lautstärke verändert wurde, über Kopfhörer wiedergegeben erstaunlich gut. Diese Aussage erfolgt an dieser Stelle ohne empirische Belege, und stellt die Meinung des Autors dar. Die eigene Meinung bleibt dem jeweiligen Rezipienten überlassen.

6.2 Bewertung des BAS für die Filmproduktion

Das BAS hat seine Aufgabe, die darin bestand ein binaurales Hörerlebnis bei der Wiedergabe des Film zu erzeugen, erfüllt. Die Handhabung als solche ist einfach, wenn auch mit einigen Schwierigkeiten verbunden. Dabei ist die feste Anbringung im Ohr ein entscheidendes Kriterium dafür, dass keine Störgeräusche bei der Aufnahme entstehen. Der Träger des BAS bleibt beweglich, muss aber darauf achten durch Berührung der Kabel die Ohrstecker nicht zu bewegen. Dies führt unweigerlich zu Reibung, welche sich durch unerwünschte Geräusche auf der Aufnahme bemerkbar macht. Die Flexibilität des BAS war jedoch für die Produktion des Films von großer Bedeutung und ist hier positiv zu werten. Mit einiger Übung schafft es der Träger des BAS besagte Störgeräusche zu vermeiden und sogar gezielt Kopfbewegungen auszuführen. Das macht das BAS der In-Ear-Mikrofonie im Bezug auf Filmproduktion zu einem vielseitigen mittel Tonaufnahmen am Set zu machen. Gerade dann, wenn es für die Lautsprecherwiedergabe geeignet ist, auch wenn es seine räumliche Auflösung teilweise verliert. Als Mikrofon für Interviews sind BAS im Allg. aufgrund ihrer Richtcharakteristik ungeeignet. Denkt man jedoch an Natur- oder auch Imagefilme kann dieses Art der Mikrofonie durchaus zu einem besseren Ergebnis führen, als die Verwendung von einfachen Kameraaufsteckmikros. Dabei kann ein In-Ear-Mikrofon BAS auch als zusätzliches Mikro vom Kameramann getragen werden. Filmschaffenden steht heutzutage eine große Auswahl an BAS zur Verfügung. Die Wahl des speziellen BAS ist Situationsabhängig vom Budget und Verwendungszweck. Dabei ist es wichtig, dass der Dreh mit BAS gut geplant und zuvor getestet wird.

6.3 Chancen für binauralen Film gegenüber Surround-Film

Das Prinzip binauraler Aufnahmeverfahren wurde in der Vergangenheit durch verschiedene Techniken erprobt und weiterentwickelt. Aufgrund der der zwingenden Wiedergabe über Kopfhörer, konnte sich dieses Aufnahmeverfahren jedoch nicht als Produktionsstandart durchsetzen. In Verbindung mit Film wurde die Mehrkanal-Tontechnik zur Schaffung dreidimensionaler Klangerlebnisse jedoch stetig weiterentwickelt und verfeinert. Heute ist Surround-Sound Produktionsstandart für Kinofilme. Da Surround-Soundaufnahmen über Lautsprecher wiedergegeben werden, funktioniert deren Wiedergabe über Systeme wie Surround-Sound 5.1. Die Industrie entwickelt immer komplexere Techniken, um die dreidimensionalen Klangwelten zu optimieren und den Höreindruck zu verfeinern. Erst kürzlich wurde Dolby Atmos entwickelt welches dem Zuhörer neuerdings ermöglicht die vertikale Position einer Schallquelle bei der Wiedergabe über Lautsprecher zu orten. Dabei codiert das System den Sound und errechnet anhand der Lautsprecheranzahl und Anordnung die virtuelle Position eines Geräusches in Echtzeit. Ein ähnlich funktionierendes System ist Auro3D, welches die vertikale Positionierung von Geräuschen erlaubt.

Die Schaffung neuer Standards für die Produktion von Filmen schreitet also immer schneller voran und auch die Tonstudientechnik erlebte in den vergangen Jahren eine stetige Fortentwicklung. Längst werden Tonaufnahmen und Filmaufnahmen nicht mehr auf Band, sondern digital gespeichert. Audiovisuelle Aufnahmetechnik tendiert durch die Digitalisierung zu immer kompakteren Lösungen, die auch im Consumer- und Low-Budget Bereich ausgefeilte Technik mit hoher Aufnahmequalität, was auch am Beispiel des verwendeten Tascam 44DR-WL veranschaulicht wird. Da nicht nur die Aufnahmetechnik, sondern auch die Wiedergabemedien, einer rasanten Entwicklung unterliegen, könnte 3D-Audio, die binaurale Aufnahmetechnik in Zukunft wieder eine größere Bedeutung beigemessen werden. 1973 besaßen lediglich fünf Millionen Deutsche einen Kopfhörer¹⁰¹, der zur Wiedergabe von binauralen Aufnahmen unerlässlich ist. Allein im Jahr 2010 wurden etwa 250 Millionen Headsets und Kopfhörer weltweit verkauft¹⁰².

Somit besteht für eine große Anzahl von Menschen die Möglichkeit binaurale Filme zu genießen. Andererseits sind die Portale Vimeo und YouTube weltweit verbreitet und die darin enthaltenen binauralen Inhalte kostenlos verfügbar.

¹⁰¹ Vgl. Der Spiegel, 1973

¹⁰² Vgl. statista, 2015 b

Am Beispiel von ASMR ist zu erkennen, dass sich unter Verwendung von BAS und durch Kreativität die menschliche Psyche nutzen lässt, um erfolgreiche, beliebte, binaurale Filme zu produzieren.

7 Fazit

Die Erstellung des praktischen Beispiels unter Verwendung der BAS und die vorherige Abwägung welches BAS sich am besten für die Produktion von Film nutzen lässt, erweiterten meinen Horizont als Medienschaffender im Bereich Foto und Film bezüglich der Vertonung von Filmen. Erstaunlich war die Erkenntnis, dass es Sachverhalte in der Wahrnehmung gibt, die bis heute nicht genau erklärt werden können, weder in der Medizin noch in der Tontechnik. Bemerkenswert ist auch, dass nirgends in der Wissenschaft erwähnt wird, welchen Effekt die isolierte Perzeption von binauralen Aufnahmen hat. Menschen können gemeinsam ins Kino gehen, oder einen Film im Fernsehen schauen. Bei der Betrachtung eines binauralen Films ist jedoch, abgeschirmt vom Kopfhörer, jeder mehr oder weniger alleine. Dieser Umstand könnte letztlich auch ein Kriterium für den Erfolg von ASMR sein. Hier bleibt zu sagen, dass das Thema für mich weiter spannend ist. Bedenkt man das Alter binauraler Aufnahmen und ruft man sich die derzeit vermehrte binaurale Filmproduktion ins Gedächtnis, ist heute wohl ein Wendepunkt erreicht, an dem binaurale Tonaufnahmen auch im Kontext von Film im Mainstream angekommen.

Bedeutung wird auch die Entwicklung von digitalem binauralen Ton haben, da dieser in der Virtual-Reality mit Systemen wie der 3D-Brille Oculus-Rift, die ich vor kurzem testen konnte, genutzt wird. In diesem Anwendungsgebiet ist es dem Rezipienten möglich sich auch auditiv durch Kopfdrehung in seiner virtuellen Umwelt zu orientieren.

Literaturverzeichnis

- 3Dio [2015] Free Space 3D Microphone. URL: http://3diosound.com/index.php?main_page=product_info&products_id=45 ; abgerufen am 20.4.2015
- Adobe [2014] Alle Bereiche, Premiere Pro, Diskussionen, Bugs in Premiere Pro CC 2014 (8.0), o.O., 2014 ; URL: <https://forums.adobe.com/thread/1523498> ; abgerufen am 22.06.2015
- Airsoft24 [2014] Heckler & Koch P8 CO2 Softair Pistole 6mm BB NBB, Kotte & Zeller GmbH, Rugendorf, o.J. ; URL: <http://www.kotte-zeller.de/Heckler-amp;-Koch-P8-CO2-Softair-Pistole-6mm-BB-NBB.htm?websale8=kotte-zeller-shop&pi=41611> ; abgerufen am 22.06.2015
- Alfaro, A. B.; Bernabeu, A.; Agulló, C., Parra, J.; Fernández, E. [2015] Hearing colors: an example of brain plasticity . In Frontiers of Systems Neuroscience, 14 April 2015, 2015 URL: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnsys.2015.00056/full> ; abgerufen am 07.05.2015
- Apple, [o.J] Using Binaural Panning in the Mixer, Help Library, Logic Help, Logic Pro 9 User Manual, Mixing, Apple Inc., o.O, o.J. ; URL: <https://documentation.apple.com/en/logicpro/usermanual/index.html#chapter=27%26section=14%26tasks=true> ; abgerufen am 02.05.2015
- ASMR Academy [2014] Best Microphones for ASMR, Learn how to become a successful ASMR artist, URL: <http://www.asmracademy.com/best-microphones-for-asmr/> ; abgerufen am 01.06.2015
- B&H [o.J.] Neumann KU 100 Dummy Head Microphone, Specs, B&H Photo – video – Pro Audio, o.J., o.O. ; URL: http://www.bhphotovideo.com/c/product/146368-REG/Neumann_KU_100_KU_100_Dummy_Head.html ; abgerufen am 20.5.2015
- Box Office Mojo [o.J.] The Blair Witch Project, Summary, o.O, o.J. ; URL: <http://www.boxofficemojo.com/movies/?id=blairwitchproject.htm> ; abgerufen am 07.06.2015
- Brammer , M. J.; Calvert, G. A; Hansen, P. C.; Iversen, S. D. [2001] Detection of audio-visual integration sites in humans by application of electrophysiological criteria to the BOLD effect. Neuroimage 14(2):427-438, University of Oxford, London, 2001

- Bülow, R. [2013] Vor 40 Jahren: Ein Kunstkopf für binaurale Stereophonie, heise online, Heise Medien GmbH & Co. KG, Hannover, 2013 ; URL: <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Vor-40-Jahren-Ein-Kunstkopf-fuer-binaurale-Stereophonie-1946286.html> ; abgerufen am 01.06.2015
- Calvert, G. A.; Bullmore, E. T.[1997] Activation of Auditory Cortex During Silent Listening. <http://www.sciencemag.org/content/276/5312/593.short>: Science.
- Canon [2015] Produkte und Lösungen, Canon Deutschland GmbH, Krefeld, 2015 ; URL: <http://www.canon.de/> ; abgerufen am 20.05.2015
- ceatec [2015] Headphones market to exceed \$8 billion in 2013; Vol. 52; 2013/11/18, The Futuresource Consulting Ltd ; URL: http://www.ceatec.com/report_analysis/en/ra_131118_2.html ; abgerufen am 06.05.2015
- Cirić, D.; Hammershøi, D. [2006] Coupling of earphones to human ears and to standard coupler, In The Journal of the Acoustical Society of America ; URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17069307> ;abrufen 25.05.2015
- Denner, P. [2013] ASMR – das unbekannte Gefühl, Studentenfutter, Das Junge Wissensmagazin, herausgegeben von Studenten der Universität Tübingen, Tübingen, 2013; URL: http://www.studentenfutter.uni-tuebingen.de/2012_2013/?p=721 ; abgerufen am 06.06.2015
- Der Spiegel [1973] DER SPIEGEL 46/1973, Technik, Ohren verpflanzt, SPIEGEL-Verlag Rudolf Augstein GmbH & Co. KG., Hamburg, 1973 URL: <http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-41871373.html> ; abgerufen am 06.07.2015
- Dickreiter, M.; Dittel, V. ;Hoeg, W.; Wöhr, M. [2008] Handbuch der Tonstudientechnik, band 1, 7., völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage, ARD.ZDF medienakademie, K G Saur München, München, 2008
- DPA Microphones [o.J.] Matching microphones, Mic University,Tech Guide, o.O., o.J; URL: <http://www.dpamicrophones.com/en/Mic-University/Tech-Guide/Matching-Microphones.aspx> ; abgerufen am 12.05.2015
- Faber [2009] iPhone Microphone Frequency Response Comparison. URL: <http://blog.faberacoustical.com/2009/ios/iphone/iphone-microphone-frequency-response-comparison/> ; abgerufen 25.05.2015

- Finlen, R. M., Schubert, C., & Faltus, M. [2013] Kleinste Im-Ohr-Hörgeräte – Eigenschaften und Herstellung, CIC-Special, Hörakustik 10/2013, URL: http://www.phonak.com/content/dam/phonak/gc_hq/b2b/de/evidence/journal-articles/Hoerakustik_Spezial.pdf ; abgerufen am 22.05.2015
- Goldstein, E. B. [2008] Wahrnehmungspsychologie, Der Grundkurs, 7, Auflage. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2008
- Gross, S. [2014] Neue Sony A7 II mit Bildstabilisator, Traumflieger-Fotographics, Hamburg, 2014 ; URL: <http://www.traumflieger.de/reports/Kamera-Tests/Panasonic-Olympus-Nikon-Samsu/Sony-A7-A7R-A7S/Neue-Sony-A7-II-mit-Bildstabilisator::801.html> abgerufen am 20.06.2015
- Hafferl, A. [2013] Lehrbuch der topographischen Anatomie, Springer-Verlag-GmbH, Heidelberg, 2013
- Heimrath, K., Kuehne, M., Heinze, H.-J., & Zaehle, T. (2011). How We Hear Music: the Relationship Between Music and the Hearing Mechanism. Neuroscience Volume 261, 7 March 2014, Pa-ges 68–73 . URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306452213010543> ; abgerufen am 20.05.2015
- Jin, C. T. [1999] Spectral Cues in Human Sound Localization, Abstract, NIPS, 1999, pp. 768-774.,1999
- Johannsen, J. [2015] Das Xperia Z3+ im Kamera-Test: Gute Fotos, schlechte Fotos, curved.de, SinnerSchrader Content GmbH, Hamburg, 2015 ; URL: <https://curved.de/news/das-xperia-z3-im-kamera-test-gute-fotos-schlechte-fotos-270897> ; abgerufen am 27.04.2015
- Kaczmarek, L [2012] Low-Budget-Produktion, Lexikon der Filmbegriffe, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 2012 ; URL: filmlexikon.uni-kiel.de/index.php?action=lexikon&tag=det&id=3883 ; abgerufen am 11.05.2015
- Kamp, W. [2013] AV Mediengestaltung, Grundwissen, 5.Auflage, VERLAG-EUROPA-LEHRMITTEL, Haan-Gruiten, 2013
- Kickstarter [2012] INTERIOR – A Terrifying Experience In 3D Sound, o.O., 2015 ; URL: <https://www.kickstarter.com/projects/1461041216/interior-a-terrifying-experience-in-binaural-horro/description> ; abgerufen 25.06.2015

- Kickstarter [2015] OpenEars von Binauric SE, o.O., 2015 ; URL: <https://www.kickstarter.com/projects/1553305645/openears/updates?lang=de> ; abgerufen 25.06.2015
- Killian, S. [2015] Japan Trend Shop, Tokyo's Lifestyle Select Shop, Binaural Aufnahme Mikrofon von Otokinoko, OctoTrade Co., Ltd., Tokyo, 2015 ; URL: <http://www.japantrendshop.com/DE-binaural-aufnahme-mikrofon-von-otokinoko-p-259.html> ; abgerufen am 10.05.2015
- Kino Flo, [2015] New Products, Kino Flo Lighting Systems, o.O, 2015 ; URL: http://www.kinoflo.com/Products%20Button/New%20Products/New_Products.html ; abgerufen am 20.06.2015
- Kramer, A. [2015] ACTION ESSENTIALS 2, High Definition Pre-Keyed Action Stock Footage, Products, 2015 ; URL: <https://www.videocopilot.net/products/action2/> ; abgerufen am 20.06.2015
- kreativrudel [2015] Kalkulationen für die Filmerstellung, von externen nicht einsehbar
- Lewis, D. [2012] Owl ears and Hearing. The Owl Pages URL: <http://www.owlpages.com/articles.php?section=Owl+Physiology&title=Hearing> ; abgerufen am 07.05.2015
- Luna, F. S. [2009] Binaurale Aufnahme und deren Anwendung bei einer Musikproduktion, Hochschule der Medien, Stuttgart, 2009 ;URL: https://www.hdm-stuttgart.de/~curdt/Sanchez_Felipe.pdf ; abgerufen am 03.06.2015
- Neumann, G. [o.J.] Kunstkopf-Mikrofon KU 100, Beschreibung, Georg Neumann GmbH, o.J., Berlin ; URL: https://www.neumann.com/?lang=de&id=current_microphones&id=ku100_description ; abgerufen am 20.05.2015
- Plenge, G. [1972] Über das Problem der Im-Kopf-Lokalisation; ACUSTICA, Vol.25; 1972; Heft 5 ; URL: http://web.pdx.edu/~fischerw/proj_pub/papa_joe/media_and_docs/hasselblatt_br_archive/72_acustica.pdf ; abgerufen am 22.05.2015

- Purves, D [2012] Neuroscience, Sinauer Associates Inc., Sunderland (USA), 2012
- Raffaseder, H. [2005] 4. Schallwandler – Grundlagen, Telekommunikation und Medien, FH. St. Pöllen, St. Pöllen, 2005 ; URL: http://www.raffaseder.com/sounddesign/AT_2Sem/Schallwandler.pdf ; abgerufen am 15.05.2015
- Schaaf, H [2012] Morbus Menière: Schwindel - Hörverlust – Tinnitus, Eine psychosomatisch orientierte Darstellung 7. Ausgabe, Springer-Verlag-GmbH, Heidelberg, 2012
- Schünke, M.; Schulte, E. Schumacher, U. [2006] Prometheus Lernatlas der Anatomie. Kopf und Neuroanatomie, Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, 2006
- Schwender, C. [2001] Medien und Emotionen, Evolutionspsychologische Bausteine einer Medientheorie, Wahrnehmung und deren Verarbeitung, Reflektionen Dt. Univ.-Verlag, Wiesbaden, 2001
- Scientific American [1881] The telefon at the paris opera, Scientific American, December 31, 1881, Pages 422-423, 1881, URL: <http://earlyradiohistory.us/1881opr.htm>; abgerufen am 22.05.2015
- Sengpiel, E. [1995] a Stereo für Lautsprecher und Kopfhörer1, UdK Berlin Sengpiel 11.95, ÄquiSt, 1995, Berlin ; URL: <http://www.sengpielaudio.com/StereoFuerLautsprUndKopfhoerer1.pdf> ; abgerufen am 10.05.2015
- Sengpiel, E. [1995] b Stereo für Lautsprecher und Kopfhörer2, UdK Berlin, Sengpiel 11.95, ÄquiSt, Berlin, 1995 ;URL: <http://www.sengpielaudio.com/StereoFuerLautsprUndKopfhoerer2.pdf> ; abgerufen am 10.05.2015
- Sengpiel, E. [1995] c Stereo für Lautsprecher und Kopfhörer2, UdK Berlin Sengpiel 10 95, ÄquiSt, NH, Berlin, 1995 URL: <http://www.sengpielaudio.com/KopfbezogeneUebertragungsfunktionHRTF.pdf> ; abgerufen am 12.05.2015
- Sengpiel, E. [1995] d Stereo für Lautsprecher und Kopfhörer2, UdK Berlin Sengpiel 10 95 HRTF, Berlin, 1995 URL: <http://www.sengpielaudio.com/TrennkoerperMikrofonsysteme.pdf> ; abgerufen am 10.05.2015

-
- Shure [o.J.] Mikrofone: Frequenzgang, Linearer Frequenzgang, Konturierter Frequenzgang, Shure Distribution GmbH, Eppingen URL: http://www.shure.de/supportdownload/tipps_grundlagen/mikrofone/mikrofone-frequenzgang ; abgerufen am 12.05.2015
- Smith, S. [2009] the role of prior knowledge of Audio-Visual integration, UMC St. Radboud Nijmegen, Department of Medical Biophysics, Nijmegen, 2009 ; URL: <http://www.mbfys.ru.nl/staff/m.vanwanrooij/neuralcode/students/S SharonSmits.pdf> ; abgerufen am 13.05.2015
- Soundman e.K. [2015] Produkte; URL: <http://www.soundman.de/products/> Berlin
- Spektrum [2010] Richtungshören, Lexikon der Neurowissenschaften, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2010 <http://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/richtungshoeren/11067> ; abgerufen am 05.06.2015
- statista [2015] a Anzahl der Smartphone-Nutzer in Deutschland in den Jahren 2009 bis 2015 (in Millionen), Statista GmbH, Das Statistik-Portal, Hamburg, 2015, URL: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/198959/umfrage/anzahl-der-smartphonenuutzer-in-deutschland-seit-2010/> abgerufen am 16.05.2015
- statista [2015] b Absatz von Kopfhörern/ Headsets weltweit von 2010 bis 2015 (in Millionen Stück), Statista GmbH, Das Statistik-Portal, Hamburg, 2015, URL: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/326416/umfrage/entwicklung-der-verkaufszahlen-von-kopfhoerern-weltweit/> abgerufen am 16.05.2015
- Stumpe, J. [2000] Realität und Wahrnehmung in der Akustik, Psychoakustik. Uni Oldenburg, Oldenburg, 2000 URL: <http://www-cg-hci.informatik.uni-oldenburg.de/~airweb/Seminarphase/JoergStumpe/html/Psychoakustik.html> ; abgerufen am 02.05.2015
- Tascam [2015] Produkte, Mobile Aufnahme, DR-44WL 4-Spur Handheld Recorder mit WLAN-Anbindung, TEAC Europe GmbH, Wiesbaden-Erbenheim, 2015 URL: <http://www.tascam.eu/en/dr-44wl.html> ; abgerufen am 26.06.2015
- Theile, G. [1981] ZUR THEORIE DER OPTIMALEN WIEDERGABE VON STEREOFONEN SIGNALEN ÜBER LAUSTSPRECHER UND

- KOPFHÖRER, REUNDFUNKTECH. MITTEILUNGEN Jahrg. 25 (1981H.4), o.O, 1981
- Theile, G. [1991] On the Naturalness of Two-Channel Stereo Sound*, PAPERS, Institut für Rundfunktechnik GmbH, München, 1991
- Travis, M. W. [1999] Das Drehbuch zur Regie, Wie Regisseur und Filmteam erfolgreich zusammenarbeiten, THE DIRETOR'S JOURNEY, 1.Auflage, Zweitausendeins, Frankfurt am Main, 1999
- Urban Dictionary [2011] ASMR, Top definition, o.O, 2011 ; URL: <http://www.urbandictionary.com/define.php?term=ASMR> ; abgerufen am 01.06.2015
- vtf, DFG [2011] Guidelines für Sicherheit digital aufgezeichneter Produktionen, vtf Verband Technischer Betriebe für Film und Fernsehen e.V., DEUTSCH-TE FILMVERSICHERUNGSGEMEINSCHAFT, Berlin / Hamburg, 2011
- WAVES [2015] WAVES, OneKnob Series, Knoxville, 2015 ; URL: <http://www.waves.com/bundles/oneknob-series#mixing-drums-renaissance-maxx-oneknob> : abgerufen am 30.05.2015
- YouTube [2009] Snakecharmer Binaural by Ottmar Liebert and Luna Negra, ArkamysListen, o.O, 2009; URL: <https://www.youtube.com/watch?v=ecOrBqQAuXg> ; abgerufen am 05.06.2015
- YouTube [2012] Neumann KU-100 binaural Dummy Head Demo – Studiocare, Studiocare, o.O, 2012; URL: <https://www.youtube.com/watch?v=pLjyZm5trUY> ; abgerufen am 21.05.2015
- YouTube [2014] Binaural ASMR: Up Close And Up On Your Ears For Relaxation, Heather Feather ASMR, o.O., 2014; URL: <https://www.youtube.com/watch?v=tHu2Sk0DJpc> ; abgerufen am 21.05.2015
- ZenPro Audio [o.J] Home, Categories, Microphones, Specialty, Neumann KU 100, zenPro Audio LLC, Orangeburg, o.J, URL: <http://www.zenproaudio.com/neumann-ku-100> ; abgerufen am 01.06.2015

CD – praktisches Beispiel:

1. Johnny Johnny Johnny
2. Testaufnahmen

PRE	PRO		POST			SUMME	
	int.	ext.	int.	ext.		int.	ext.
	0	750	1960,99	2555,99	0	2805,5	6111,49
PREPRODUKTION							
Posten	Tag	Tagessatz int.	Tagessatz ext.	Summe int.	Summe ext.		
Konzept, Kommunikation, Organisation	1	0	750	0	750		
				0	0		
			Summe	0	750	0	750
PRODUKTION							
Fahrzeug, Übernachtung, Sprit	Tag	int.	ext.	Crew	Tag	int.	ext.
				Regie / Kameramann			
BMW	1	75		75 Mario G.	0,7	0	120
VW Golf	1	0		Runner Nian N.	0,5	200	150
	0	0		Helping hand Lukas	0,5	100	250
					0	0	
	0	0		Sohn Boss Christoph M.	0,5	350	
				Johnny Jim T.	0,5	250	
				Komplize Christian B.	0,5	700	
	0	0		Killer José F.	0,5	250	
	0	0		Freundin Ruth K.	0,1	250	
	0				0	0	
Catering	1	15,99	15,99	Location	0,5	800	
	0	0		0			
Summe	Summe	90,99	90,99	Summe	1350	1945	2555,99
				Summe	520	520	1960,99
							6111,49

PRE		PRO		POST		SUMME	
int.	ext.	int.	ext.	int.	ext.	int.	ext.
0	750	1960,99	2555,99	0	2805,5		
POSTPRODUKTION							
Eigenkosten		Tagessatz int.		Tagessatz ext.		Summe ext.	
Schnitt		4	0	450	0	1800	
		0	0	400	0	0	
Animation		0,2	0	890	0	178	
		0	0	125	0	0	
		0	0	200	0	0	
		0	0	100	0	0	
Musik		0,25	0	350	0	87,5	
Audio Effekte		0,5	0	680	0	340	
Nachproduktion Audio		0,5	0	800	0	400	
		0		450	0	0	
Datenpauschale		0	0	29,99	0	0	
		Summe		0		2805,5	
						0	2805,5
PRE		PRO		POST		SUMME	
int.	ext.	int.	ext.	int.	ext.	int.	ext.
0	750	1960,99	2555,99	0	2805,5	1960,99	6111,49
	750		595		2805,5	4150,5	
				MwSt		0,19	1161,1831
				Brutto			7272,6731

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ort, Datum

Vorname Nachname